

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

09/700611

PCT/JP00/01715

21.03.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE

JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 31 MAR 2000

WIPO PCT

JP00/1715

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 3月19日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第076944号

出願人

Applicant(s):

ソニー株式会社

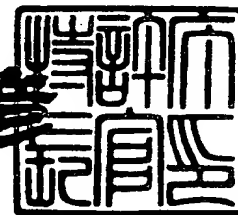
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 1月14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特平11-3094182

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900130606

【提出日】 平成11年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 1/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 佐藤 英雄

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 オーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法とその装置、および、復調方法とその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オーディオ信号をMDC T処理してMDC T係数を算出する工程と、
算出したMDC T係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元のMDC T係数に加算する係数シフト・加算工程と、
加算した係数を上記オーディオ信号に埋め込む工程と
を有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 2】

上記係数シフト・加算工程において周波数マスキング条件およびテンポラルマスキング条件を満足する範囲で行う、
請求項 1 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 3】

上記係数シフト・加算工程において上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、所定の値以下にあるとき、上記加算を行う、
請求項 2 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 4】

上記係数シフト・加算工程において上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、無効になる加算を行わない、
請求項 2 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 5】

上記係数シフト・加算工程において上記オーディオ信号の上限および下限の範囲について行う、
請求項 2 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 6】

上記係数シフト・加算工程において、所定の周波数帯域において上記係数シフト・加算を行う、

請求項 2 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 7】

上記オーディオ信号の周波数帯域を分割してそれぞれの分割した周波数帯域ごとに上記処理を行う、

請求項 2 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 8】

上記分割した周波数帯域の隣接する領域の変調方向を逆にする、

請求項 7 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 9】

上記ウォーターマークを埋め込んだ信号に対して疑似ランダム信号によるスクランブルをかける工程をさらに有する、

請求項 1 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 10】

上記係数シフト・加算工程において周波数が増加する側に上記係数をずらして元の MDCT 係数に加算する、

請求項 3 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 11】

上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が増加する、

請求項 10 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 12】

上記係数シフト・加算工程における操作は実質的に上記オーディオ信号の振幅変調に等しい、

請求項 11 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 13】

上記係数シフト・加算工程において周波数が減少する側に上記係数をずらして元の MDCT 係数に加算する、

請求項 3 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 14】

上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が減少する、

請求項 13 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 15】

上記係数シフト・加算工程における操作は実質的に上記オーディオ信号の周波数変調に等しい、

請求項 14 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 16】

上記係数シフト・加算工程において上記 MDCT 係数の偶数シフトを行う、
請求項 3 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 17】

上記係数シフト・加算工程において上記 MDCT 係数の奇数シフトを行う、
請求項 3 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 18】

上記係数シフト・加算工程において周波数マスキングにおけるクリティカルバンドの周波数に対応した範囲の周波数内に上記ウォーターマークを埋め込む、
請求項 3 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 19】

オーディオ信号を MDCT 処理して MDCT 係数を算出する手段と、
算出した MDCT 係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元の MDCT 係数に加算する係数シフト・加算手段と、

加算した係数を上記オーディオ信号に埋め込む手段と

を有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 20】

上記係数シフト・加算手段は周波数マスキング条件およびテンポラルマスキング条件を満足する範囲で行う

請求項 19 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 21】

上記係数シフト・加算手段は上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、所定の値以下にあるとき、上記加算を行う

請求項 20 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 2】

上記係数シフト・加算手段は上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、無効になる加算を行わない、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 3】

上記係数シフト・加算手段は上記オーディオ信号の上限および下限の範囲について行う、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 4】

上記係数シフト・加算手段は所定の周波数帯域において上記係数シフト・加算を行う、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 5】

上記オーディオ信号の周波数帯域を分割する手段をさらに有し、

それぞれの分割した周波数帯域ごとに上記処理を行う、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 6】

上記分割した隣接する周波数帯域ごとに変調方向を逆にする

請求項 2 5 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 7】

上記係数シフト・加算手段は周波数が増加する側に上記係数をずらして元の M D C T 係数に加算する、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 8】

上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が増加する、

請求項 2 7 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 2 9】

上記係数シフト・加算手段における操作は実質的に上記オーディオ信号の振幅変調に等しい、

請求項 2 8 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 0】

上記係数シフト・加算手段は周波数が減少する側に上記係数をずらして元の M D C T 係数に加算する、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 1】

上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が減少する、

請求項 3 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 2】

上記係数シフト・加算手段における操作は実質的に上記オーディオ信号の周波数変調に等しい、

請求項 3 1 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 3】

上記係数シフト・加算手段において上記 M D C T 係数の偶数シフトを行う、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 4】

上記係数シフト・加算手段において上記 M D C T 係数の奇数シフトを行う、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 5】

上記係数シフト・加算手段は周波数マスキングにおけるクリティカルバンドの周波数に対応した範囲の周波数内に上記ウォーターマークを埋め込む、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 6】

上記ウォーターマークを埋め込んだ信号に対して疑似ランダム信号によるスクランブルをかける手段をさらに有する、

請求項 2 0 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 3 7】

上記 M D C T 係数算出手段と上記係数シフト・加算手段と、上記埋め込む手段を一体構成した、

請求項 19 記載のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【請求項 38】

オーディオ信号を MDCT 処理して MDCT 係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元の MDCT 係数に加算し、上記オーディオ信号に埋め込まれた信号を受信する工程と、

上記受信した信号についてある距離にある MDCT 係数との極性関係を制御して上記 MDCT 係数を検出する工程を有する

復調方法。

【請求項 39】

AM 変調によりアナログ信号あるいは PCM 信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号を MDCT 係数を用いて読み取る、

請求項 38 記載の復調方法。

【請求項 40】

FM 変調によりアナログ信号あるいは PCM 信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号を MDCT 係数を用いて読み取る、

請求項 38 記載の復調方法。

【請求項 41】

ヒルベルト変換によりアナログ信号あるいは PCM 信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号を MDCT 係数を用いて読み取る、

請求項 38 記載の復調方法。

【請求項 42】

オーディオ信号を MDCT 処理して MDCT 係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元の MDCT 係数に加算し、上記オーディオ信号に埋め込まれた信号を受信する手段と、

上記受信した信号についてある距離にある MDCT 係数との極性関係を制御して上記 MDCT 係数を検出する手段を有する

復調装置。

【請求項 43】

前記検出手段は、AM 変調によりアナログ信号あるいは PCM 信号上で作られ

たウォーターマークの入ったオーディオ信号をMDC T係数を用いて読み取る、
請求項 4 2 記載の復調装置。

【請求項 4 4】

前記検出手段は、FM変調によりアナログ信号あるいはPCM信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号をMDC T係数を用いて読み取る、
請求項 4 2 記載の復調装置。

【請求項 4 5】

前記検出手段は、ヒルベルト変換によりアナログ信号あるいはPCM信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号をMDC T係数を用いて読み取る、

請求項 4 2 記載の復調装置。

【請求項 4 6】

オーディオ信号をMDC T処理してMDC T係数を算出する工程と、
算出したMDC T係数からウォーターマークのマスカーを抽出する工程と、
上記抽出したマスカーに逆MDC T処理する工程と、
上記逆MDC T処理して得られた係数にヒルベルト変換処理してウォーターマークを生成する工程と、
上記生成したウォーターマークを入力オーディオ信号に埋め込む工程と
を有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法。

【請求項 4 7】

オーディオ信号をMDC T処理してMDC T係数を算出する手段と、
算出したMDC T係数からウォーターマークのマスカーを抽出する手段と、
上記抽出したマスカーに逆MDC T処理する手段と、
上記逆MDC T処理して得られた係数にヒルベルト変換処理してウォーターマークを生成する手段と、
上記生成したウォーターマークを入力オーディオ信号に埋め込む手段と
を有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オーディオ信号（音声信号）に、複製防止制御（コピーコントロール）信号、違法な複製の追跡（トレーシング）用の著作権情報などの付加情報を埋め込む（重畳する）方法と装置、および、その復調を行う復調方法と復調装置に関する。

特に本発明は、アナログオーディオ信号および圧縮符号化処理が行われるデジタルオーディオ信号の両者に対して上記付加情報としてウォーターマーク（電子透かし）およびその他の制御情報を埋め込む際、ウォーターマークが消滅することがなく、聴感マスキング条件を満足させる、オーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法とその装置、および、その復調を行う復調方法と復調装置に関する。

【0002】

また本発明はオーディオ信号に上記付加情報を重畳する方法と装置を用いて新しい通信サービスを実現する方法と装置に関する。

【0003】

【従来の技術】

オーディオ信号の違法複製を検出したり、配信したオーディオ信号の追跡などのため、オーディオ信号にウォーターマーク（電子透かし）を埋め込む方法が種々試みられている。

【0004】

そのようなウォーターマークは元のオーディオ信号の聴感を損ねないようにオーディオ信号に埋め込まなければならない。すなわち、所定のマスキング条件を満足させなければならない。マスキング条件の詳細は後述する。

またウォーターマークは容易に排除されないような状態でオーディオ信号に埋め込まなければならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これまで知られているオーディオ信号にウォーターマークを重畳する方法は、(1) アナログオーディオ信号と、圧縮符号化されるデジタルオーディオ信号の両者に適用して有効な方法が存在しない、(2) 効果的なマスキング条件を満足させる方法が存在しないという問題、(3) その他、下記に詳述する問題に遭遇している。これらの問題の詳細について下記に詳述する。

【0006】

ウォーターマークには本質的に2種類のものが存在する。すなわち、デジタルウォーターマークとアナログウォーターマークである。これらの概要を下記に述べる。

【0007】

デジタルウォーターマーク技術は、オーディオ信号を操作してウォーターマークを生成し、元のオーディオ信号に生成したウォーターマークを埋め込む技術である。そのようなデジタルウォーターマーク技術としては、たとえば、16ビットPCM音声信号のLSBのビットをウォーターマークのデータ用に用いる方法が知られている。圧縮音声のMDCT(変形離散コサイン変換)係数、サブバンドの係数を操作する技術もその分野に属する。

デジタルウォーターマークは、ウォーターマーク用のデータを直接、デジタルオーディオ信号に読み書き出来るので、デジタルデータのままでデータを扱う場合、信号処理上、便利である。またデータそのものを書けるので効率が良いという利点を有する。しかしながら、デジタルウォーターマークはアナログオーディオ信号に復調されたときウォーターマークが破壊されるという不具合がある。またデジタルウォーターマークは異なるデジタルオーディオ信号のフォーマットに変換された場合でもウォーターマークのデータが破壊されてしまうことがある。このため、デジタルウォーターマークはコピーコントロールなどの攻撃性の高い用途には適しない。

【0008】

アナログウォーターマーク技術は、時代背景として、アナログオーディオ信号

のコピー禁止に開発されたという経緯があるので、本来的にアナログオーディオ信号の形態でウォーターマークが検出できるように埋め込まれており、ある程度の攻撃やファイルフォーマット変換などを行った後にもアナログオーディオ信号を戻せばウォーターマークを再び読み取ることができるという利点がある。

しかしながら、最近の新しい技術である EMD (Electric Music Distribution、電子音楽配信) のように圧縮オーディオ信号のデータフォーマットでデータ伝送、記録を行うようなサービス (利用形態) において一旦、PCM 信号などの信号に戻さないとウォーターマークが読み書きできないので、非常に不便である。また MPEG (Motion Picture Expert Group)、ATRAC (Adaptive Transform Acoustic Coding: 適応型オーディオ信号圧縮技術、ソニー社の登録商標) などの圧縮オーディオ信号において入力したウォーターマークが消滅してしまい生き残れない (耐性 (tolerance) が無いこと) ことも大きな問題である。

【0009】

このように、圧縮オーディオ信号が主体となるサービスにおいて、アナログウォーターマークもデジタルウォーターマークもそれぞれに一長一短がある。

従来のアナログウォーターマークはその検出をアナログ信号または PCM 信号においてエンコードすることを目的に作られているため、MPEG のような圧縮オーディオ信号において利用する場合に非常に不便であった。特に、圧縮音声为主体とする音楽配信においては、上述した問題が残存している。その詳細をさらに述べる。

【0010】

オーディオ信号の圧縮処理段階においてウォーターマークが破壊されることについて述べる。ウォーターマークの破壊の理由は、本来、ウォーターマークが音楽信号の冗長性を利用していることに起因している。オーディオ信号圧縮はこの音楽信号の冗長性を最大限に利用して音質の劣化がない圧縮を行う。すなわち、音質の劣化に影響のない周波数領域を用いた信号はオーディオ信号圧縮を行う際、優先的に削除されてしまうため、その残存率が十分にとれない。一般的に言って、オーディオ信号圧縮技術はウォーターマークの技術より高いレベルのマスキング効果を用いているため、従来の方法では人間の耳に聞こえるレベルまでウォ

ウォーターマークを大きめに入れなければこの残存率を十分にとることができなかった。

【0011】

次いで、ウォーターマークの利用範囲に述べる。従来、音楽信号を伝達する方法はアナログ信号とPCM信号の2種類が主であった。そのため、ウォーターマークの技術もこの技術分野においてのみ開発されてきたという経緯がある。しかしながら近年、音声圧縮技術の発展により音楽は圧縮音声データの形で伝送し記録することが可能になり、この分野のサービスにおいて従来のウォーターマークでは十分な機能を発揮することができなくなってきた。

たとえば、インターネットを用いた音楽配信において音声を聞く直前までアナログ信号やPCM信号に戻ることはない。またデータサイズが大きくなってしまいうのでこれを保存したり複製をとったりする際に圧縮信号をデコードしてPCMデータに戻すことはあまり好ましくない。

また音楽配信側においても、音楽データを圧縮音声として保存するが多い。この場合においても音楽データに埋め込んであるウォーターマークを書き換えたい場合に、もう1度PCM信号に復調する必要がある、現実的には書き換えを行うことは不可能である。

【0012】

このような目的には、従来デジタルウォーターマークと呼ばれる方法をとるので一般的であった。しかしながら、このような方法はアナログ信号やPCM信号に戻した際にウォーターマークが残らないため、結局、アナログウォーターマークとデジタルウォーターマークの両方を入れなければならなかった。

【0013】

そこで、アナログオーディオ信号、デジタルオーディオ信号の両者に適用可能なウォーターマークの観点から、特に、EMDのような新しいサービスに要求される条件を満足する新しいウォーターマーク技術が求められている。

【0014】

次の課題について考察する。

アナログウォーターマークの代表的な方法としては、スペクトラム拡散方式と

PSK方式とが提案されている。それらについて簡単に述べる。

【0015】

スペクトラム拡散方式によりウォーターマークなどの付加情報をオーディオ信号に重畳する方法が考案されている。この方法は、付加情報をホワイトノイズとして疑似ノイズをオーディオ信号に埋め込む方法である。従来は、このようなノイズ信号をオーディオ信号の周波数特性に近似させることにより周波数マスキング効果により人間の耳では聞こえないとされてきた。しかしながら、近年の研究によると、この周波数マスキング効果の周波数帯域が厳密には、かなり狭くなることが明らかになった。その結果、従来よりも厳しい周波数帯域制限が必要になるが、本来ホワイトノイズのような性質を持つこの方法では完全なマスキングを達成することが出来ない。

【0016】

PSK方式は周波数キャリアを用いるウォーターマーク埋め込み方法である。しかしながら、この方式においても、1つのキャリアに対して約100Hzの周波数幅しか与えられず、およそ1kHz以下の周波数帯域では利用できない。しかしながら、クラシック音楽などでは、3kHzを中心に1kHz以下の周波数帯域も重要な利用帯域であるから、利用できる周波数帯域がこのように制限されると、ウォーターマークを有効に埋め込むことができない。すなわち、音楽によっては周波数キャリアによる付加情報を重畳する場所が殆どない場合がある。

【0017】

一般的に言って、ウォーターマークは音声信号におけるマスキング効果を利用して人間の耳に聞こえないような付加情報を埋め込む。しかしながら、従来の方法では十分な効果を奏することができなかった。その理由を下記に述べる。

【0018】

音声圧縮において利用されるマスキング効果について述べる。マスキング効果には主として2つの性質がある。

第1の性質は、図4に図解したように、周波数の低い領域では100Hz程度の非常に狭い周波数特性を持っている。したがって、たとえば、音声信号が1kHz以下に集中した場合、マスキュー（ウォーターマークWM）はマスキュー（音声

信号) の約 50 Hz 以内になれば人間の耳で聞こえてしまう。したがって、マスキングから 50 Hz 以上離れた周波数領域にはウォーターマーク WM を挿入できない。すなわち、第 1 の理由は同時刻マスキングにおけるクリティカルバンドの問題である。音声圧縮技術においてこの分野の技術は近年研究が進み、従来の周波数領域でのマスキングがより狭帯域であることが判ってきた。特に、音楽のジャンルによってはその周波数特性が 3 kHz 以下に集中することがあり、このうち 1 kHz 以下ではマスキング (トーン信号) に対してマスキ (ウォーターマーク) の周波数は約 100 Hz 以内でなければならない。その結果、高速フーリエ変換などで調べて混入するノイズやキャリア信号の周波数特性を変化させても追従しきれない。特に、時間方向に対する追従性においては多くの問題が残されている。たとえば、ある信号が連続的にその周波数を変化させているとき、高速フーリエ変換の係数はそのサンプリングブロック、たとえば、512 サンプルの代表値しか出力できないので、この結果をもとに加算される信号の周波数特性を操作しても上述したクリティカルバンドを満たすことができない。

【0019】

第 2 の性質は、図 5 に図解したように、テンポラルマスキングと呼ばれる時間方向のマスキングである。マスキはマスキングの前方約数ミリ秒以上、後方約数十ミリ秒以上に存在すると聞こえる。したがって、マスキはマスキングの前方数ミリ秒以内、後方数十ミリ秒以内に挿入しなければならない。すなわち、第 2 の理由は時間方向の分解能である。高速フーリエ変換などの解析方法として利用してノイズやキャリア信号の周波数制限を加える方式の場合は、そのサンプリングブロックのサイズ、たとえば、512 サンプル以下の時間分解能が得られないので連続的に変化する信号に対してマスキは追従しきれなくなるときがある。時間的にオーバーラップしている MDCT を用いた場合でもこの現象は回避できない。MDCT による音声圧縮においても、これを補うため複数の補助手段を用いることが多い。

【0020】

このような性質があるので、従来の方式では高速フーリエ変換などの周波数解析手法を用いても完全にこのマスキング領域にノイズ、キャリア信号を重ねる

ことができなかった。その理由は、5 1 2 サンプルブロック、1 0 2 4 サンプルブロックなどで各周波数成分の大きさを決定する方法ではこの時間方向のマスキングを完全に満足することができないこと、さらに、ノイズやキャリア信号をこの周波数特性に完全に一致させることが非常に困難であるからである。

【0 0 2 1】

これらの方式において、音楽に無関係のノイズやキャリアを加えることにより付加情報を重畳する方法では、高速フーリエ変換 (FFT) のような時間分解能の低い手段を用いているため、時間方向においてテンポラルマスキングが完全に実現できない。ある意味では音楽に無関係な信号によって完全なマスキング効果を得ることは不可能であると言える。このように音声信号におけるマスキング効果の研究が進むにつれ、過去において考案された方法では、これからさらに高音質を目指すデジタルオーディオ技術において音質を損ねないでウォーターマークを実現することは困難である。

実際にレコードエンジニアなどの専門家による評価においても、上述した方法では結果的に音質が低下することが問題視されている。

【0 0 2 2】

さらに回路規模の問題に遭遇する。ウォーターマークをトレーシング目的で用いる場合には一般的にはCE機器に搭載する必要がないので、回路規模の問題は起きない。しかしながら、複製を管理するために用いるコピーコントロール、ユーザを特定する場合などに用いるユーザーウォーターマークにおいては回路規模が問題となる。現実的な回路規模で実現できれば対象となる全ての機器に搭載することはできない。これに加えて実行処理時間がある程度短くなければならない。

【0 0 2 3】

本発明はこのような新しいサービスに要求されている課題を解決する。

したがって、本発明の目的は、アナログオーディオ信号に埋め込んでも消去されず(耐性)を示し、効果的なマスキング効果を奏するように、オーディオ信号にウォーターマークの埋め込みが可能なウォーターマーク処理方法とその装置を提供することにある。

また本発明の目的は、アナログオーディオ信号および圧縮符号化が行われるデジタルオーディオ信号の両者に適用可能な上記条件を満足するウォーターマーク処理方法とその装置を提供することにある。

【0024】

また本発明の目的は、上述したウォーターマークが埋め込まれたオーディオ信号からウォーターマークを効率よく復調する方法、および、復調装置を提供することにある。

【0025】

さらに本発明の目的は、アナログ／デジタル・オーディオ信号に付加情報を重畳するウォーターマークとして、ATRAC、MPEG-AAC、MPEGレイヤー3、TwinVQなどの音声圧縮技術で用いられるMDCT係数を利用して、より効果的な聴感マスキング効果を実現し、オーディオ信号圧縮における耐性と音質劣化を防止可能な新規な技術を提供することにある。

【0026】

本発明の第1の観点によれば、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数を算出する工程と、算出したMDCT係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元のMDCT係数に加算する係数シフト・加算工程と、加算した係数を上記オーディオ信号に埋め込む工程とを有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法が提供される。

【0027】

好ましくは、上記係数シフト・加算工程において、周波数マスキング条件およびテンポラルマスキング条件を満足する範囲で行う。

また好ましくは、上記係数シフト・加算工程において上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、所定の値以下にあるとき、上記加算を行う。

さらに好ましくは、上記係数シフト・加算工程において上記元の係数の値およびシフトする係数を加算したとき、無効になる加算を行わない。

また好ましくは、上記係数シフト・加算工程において上記オーディオ信号の上限および下限の範囲について行う。

【0 0 2 8】

上記係数シフト・加算工程において所定の周波数帯域において上記係数シフト・加算を行う。

【0 0 2 9】

好ましくは、上記オーディオ信号の周波数帯域を分割して、それぞれ分割した周波数帯域ごとに上記処理を行う。

さらに好ましくは、上記分割した周波数帯域の隣接する領域の変調方向を逆にする。

【0 0 3 0】

また好ましくは、上記ウォーターマークを埋め込んだ信号に対して疑似ランダム信号によるスクランブルをかける工程をさらに有する。

【0 0 3 1】

好ましくは、上記係数シフト・加算工程において周波数が増加する側に上記係数をずらして元のMDCT係数に加算する。

特定的には、上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が増加する。

また特定的には、上記係数シフト・加算工程によって同相の両サイドバンドを作る場合における操作は実質的に上記オーディオ信号の振幅変調に等しい。

【0 0 3 2】

好ましくは、上記係数シフト・加算工程において、周波数が減少する側に上記係数をずらして元のMDCT係数に加算する。

特定的には、上記係数を $2N$ 個ずらすと約 $(N \times 43)$ Hz 分周波数が減少する。

また特定的には、上記係数シフト・加算工程によって逆相の両サイドバンドを作る場合における操作は実質的に上記オーディオ信号の周波数変調に等しい。

【0 0 3 3】

好ましくは、上記係数シフト・加算工程において上記MDCT係数の偶数シフトを行うことにより、周波数シフトされたオーディオ信号を作り出す。

また好ましくは、上記係数シフト・加算工程において上記MDCT係数の奇数

シストを行うことにより、エネルギーとしては周波数シフトされているが、特定の変調を受けたオーディオ信号を作り出す。

【0034】

好ましくは、上記係数シフト・加算工程において、周波数マスキングにおけるクリティカルバンドの周波数に対応した範囲の周波数内に上記ウォーターマークを埋め込む。

【0035】

本発明の第2の観点によれば、上記オーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法を実施する装置が提供される。すなわち、オーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置は、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数を算出する手段と、算出したMDCT係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元のMDCT係数に加算する係数シフト・加算手段と、加算した係数を上記オーディオ信号に埋め込む手段とを有する。

【0036】

好ましくは、上記MDCT係数算出手段と、上記係数シフト・加算手段と、上記埋め込む手段を一体構成する。

【0037】

本発明の第3の観点によれば、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元のMDCT係数に加算し、上記オーディオ信号に埋め込まれた信号を受信する工程と、上記受信した信号についてある距離にあるMDCT係数との極性関係を制御して上記MDCT係数を検出する、復調方法が提供される。

【0038】

本発明の第4の観点によれば、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数の所定の係数を周波数軸上にずらして元のMDCT係数に加算し、上記オーディオ信号に埋め込まれた信号を受信する工程と、上記受信した信号についてある距離にあるMDCT係数との極性関係を制御して上記MDCT係数を検出する、復調装置が提供される。

【 0 0 3 9 】

上記復調装置において、好ましくは、AM変調、FM変調、ヒルベルト変換によりアナログ信号あるいはPCM信号上で作られたウォーターマークの入ったオーディオ信号をMDCT係数を用いて読み取る。

【 0 0 4 0 】

好ましくは、MDCT係数により計算された前述のキャリアシフトに有効なマスキングのみを逆MDCTでPCM信号に戻して、これをヒルベルト変換を利用したウォーターマーク・エンコーダによって希望する任意の周波数だけ離れた両サイドバンドを作り出す。それにより、MDCTだけで処理する場合のAM変調およびFM変調の変調周波数が任意に選択できないという不具合を改善できる。

【 0 0 4 1 】

本発明の第5の観点によれば、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数を算出する工程と、算出したMDCT係数からウォーターマークのマスキングを抽出する工程と、上記抽出したマスキングに逆MDCT処理する工程と、上記逆MDCT処理して得られた係数にヒルベルト変換処理してウォーターマークを生成する工程と、上記生成したウォーターマークを入力オーディオ信号に埋め込む工程とを有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法が提供される。

【 0 0 4 2 】

本発明の第6の観点によれば、オーディオ信号をMDCT処理してMDCT係数を算出する手段と、算出したMDCT係数からウォーターマークのマスキングを抽出する手段と、上記抽出したマスキングに逆MDCT処理する手段と、上記逆MDCT処理して得られた係数にヒルベルト変換処理してウォーターマークを生成する手段と、上記生成したウォーターマークを入力オーディオ信号に埋め込む手段とを有するオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む装置が提供される。

【 0 0 4 3 】

【発明の実施の形態】

第1実施の形態

図1は本発明の第1実施の形態としてのウォーターマークWMをオーディオ信号に重畳するエンコーダと、逆に復調するデコーダを一体構成したコーデック（

CODEC) の構成図である。

図 1 に図解したエンコーダとデコーダを一体構成したコーデック 10 は、A/D 変換器 12 と、MDCT 演算手段 14 と、ウォーターマークエンコーダ 16 と、逆 MDCT 演算手段 18 と、D/A 変換器 20 と、ウォーターマークデコーダ 22 を有する。

コーデック 10 をエンコーダとして使用するときには、A/D 変換器 12 と、MDCT 演算手段 14 と、ウォーターマークエンコーダ 16 と、逆 MDCT 演算手段 18 と、D/A 変換器 20 の回路構成を使用し、デコーダとして使用するときには、A/D 変換器 12 と、MDCT 演算手段 14 と、ウォーターマークデコーダ 22 の回路構成を使用する。

【0044】

コーデック 10 をエンコーダとして使用するときの動作を述べる。

A/D 変換器 12 は入力アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換して PCM 信号に変換する。

MDCT 演算手段 14 は PCM 信号を変形離散コサイン変換 (MDCT) 処理して MDCT 係数を出力する。なお、MDCT とは、一次元のオーディオ信号に対して直交し変換を行う一次元の離散コサイン変換である。

ウォーターマークエンコーダ 16 はデータ、たとえば、コピーコントロール信号 CC と MDCT 演算手段 14 から出力される MDCT 係数を入力して、後述するシフト処理、極性変換処理などを行い、MDCT 係数とコピーコントロール信号 CC とを符号化する。

逆 MDCT 演算手段 18 はウォーターマークエンコーダ 16 の出力信号について MDCT 演算手段 14 と逆の変形離散コサイン変換を行う。

D/A 変換器 20 は逆 MDCT 演算手段 18 のデジタル出力信号をアナログ信号に変換する。D/A 変換器 20 から出力されたアナログ信号は、入力オーディオ信号にウォーターマーク WM が重畳され、さらにコピーコントロール信号 C が埋め込まれた信号である。

【0045】

コーデック 10 をデコーダとして使用するときの動作を述べる。

A/D変換器 1 2 はウォーターマークが埋め込まれた入力アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換し、MDC T 演算手段 1 4 は MDC T 処理して MDC T 係数を出力し、ウォーターマークデコーダ 2 2 は MDC T 演算手段 1 4 から出力された MDC T 係数からウォーターマーク WM をデコードする。

【 0 0 4 6 】

第 2 実施の形態

図 2 は本発明の第 2 実施の形態としてのウォーターマーク WM をオーディオ信号に重畳するエンコーダと、逆に復調するデコーダを一体構成したコーデック (CODEC) の構成図である。

図 2 に図解したエンコーダとデコーダを一体構成したコーデック 3 0 は、A/D変換器 3 2 と、MDC T 演算手段 3 4 と、ウォーターマークエンコーダ 3 6 と、ウォーターマークデコーダ 3 8 と、圧縮処理手段 4 0 とを有する。

コーデック 3 0 をエンコーダとして使用するときは、A/D変換器 3 2 と、MDC T 演算手段 3 4 と、ウォーターマークエンコーダ 3 6 と、圧縮処理手段 4 0 の回路を使用し、デコーダとして使用するときは、A/D変換器 3 2 と、MDC T 演算手段 3 4 と、ウォーターマークデコーダ 3 8 の回路構成を使用する。

【 0 0 4 7 】

コーデック 3 0 をエンコーダとして使用するときの動作を述べる。

A/D変換器 3 2 は、図 1 の A/D変換器 1 2 と同様、入力アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換して PCM 信号に変換する。

MDC T 演算手段 3 4 は、図 1 の MDC T 演算手段 1 4 と同様、PCM 信号を変形離散コサイン変換 (MDC T) 処理して MDC T 係数を出力する。

ウォーターマークエンコーダ 3 6 は、図 1 のウォーターマークエンコーダ 1 6 と同様、入力データ、たとえば、コピーコントロール信号 CC と MDC T 演算手段 3 4 から出力される MDC T 係数を入力して MDC T 係数とコピーコントロール信号 CC とを符号化する。

圧縮処理手段 4 0 は、ウォーターマークエンコーダ 3 6 の出力信号を圧縮符号化処理してウォーターマーク WM が埋め込まれたデジタルオーディオ信号を出力する。図 1 のエンコーダ 1 0 は圧縮せずそのまま出力したが、図 2 のエンコー

ダ 30 は圧縮符号化した信号を出力する点が図 1 のエンコーダ 10 と異なる。

【0048】

コーデック 30 をデコーダとして使用するときの動作を述べる。

A/D 変換器 12 はウォーターマークが埋め込まれた入力アナログオーディオ信号をデジタル信号に変換し、MDC T 演算手段 14 は MDC T 処理して MDC T 係数を出力し、ウォーターマークデコーダ 38 は MDC T 演算手段 14 から出力された MDC T 係数からウォーターマークをデコードする。

【0049】

図 2 のコーデック 30 において、ウォーターマークエンコーダ 36 とウォーターマークデコーダ 38 とがユニット 35 として一体構成されていて、不正な目的で外部からアクセスすることを制限する構成になっている。さらに、MDC T 演算手段 34、ユニット 35、圧縮処理手段 40 もユニット 33 として一体構成されて、外部からのアクセスが制限できる構成になっている。これにより、不正な目的で故意にこのコーデック 30 にアクセスすることを防止することができる。そのため、コーデック 30 のセキュリティは高く維持される。すなわち、コーデック 30 における信号処理は不正な目的では外部からアクセスできない。

【0050】

第 3 実施の形態

図 3 は本発明の第 3 実施の形態としてのウォーターマーク WM をオーディオ信号に重畳するエンコーダと、逆に復調するデコーダを一体構成したコーデック (CODEC) の構成図である。

図 3 に図解したエンコーダとデコーダを一体構成したコーデック 50 は、伸長処理手段 52 と、ウォーターマークエンコーダ 54 と、ウォーターマークデコーダ 56 と、逆 MDC T 処理手段 58 と、D/A 変換器 60 とを有する。

コーデック 50 をエンコーダとして使用するとき、伸長処理手段 52 と、ウォーターマークエンコーダ 54 と、逆 MDC T 処理手段 58 と、D/A 変換器 60 の回路構成を用いる。コーデック 50 をデコーダとして使用するとき、伸長処理手段 52 と、ウォーターマークデコーダ 56 の回路構成を使用する。

【0051】

コーデック 50 をエンコーダとして使用するとき、伸長処理手段 52 に、圧縮符号化されたデジタルオーディオ信号が入力され、伸長処理手段 52 が圧縮符号化信号を伸長して、MDC T 係数を出力する。ウォーターマークエンコーダ 54 は、伸長処理手段 52 から出力された信号をエンコードして書き換えて出力する。逆MDC T 演算手段 58 は、ウォーターマークエンコーダ 54 の出力を逆MDC T 処理する。D/A 変換器 60 は逆MDC T 演算手段 58 の出力信号をアナログ信号に変換する。

【0052】

コーデック 50 をデコーダとして使用するとき、伸長処理手段 52 にウォーターマークが埋め込まれ圧縮符号化されたデジタルオーディオ信号が入力され、ウォーターマークデコーダ 56 は伸長処理手段 52 から出力されたMDC T 係数からウォーターマークWMをデコードする。

【0053】

図3のコーデック 50 において、ウォーターマークエンコーダ 54 とウォーターマークデコーダ 56 とがユニット 53 として一体構成されていて、外部から不正の目的でアクセスできない構造になっている。さらに、伸長処理手段 52、ユニット 53、逆MDC T 演算手段 58 もユニット 51 として一体構成されて、外部から不正の目的でアクセスできないようになっている。そのため、デコーダ 50 のセキュリティは高く維持される。すなわち、デコーダ 50 における信号処理は外部からアクセスできない。

【0054】

図1のMDC T 演算手段 14、図2のMDC T 演算手段 34 と実質的に同じ動作を行う。図1のウォーターマークエンコーダ 16、図2のウォーターマークエンコーダ 36、図3のウォーターマークエンコーダ 54 は基本的に同じ動作を行う。図1のウォーターマークデコーダ 22、図2のウォーターマークデコーダ 38、図3のウォーターマークデコーダ 56 は基本的に同じ動作を行う。

MDC T 演算手段 14、34、ウォーターマークエンコーダ 16、36、54、逆MDC T 演算手段 18、58、ウォーターマークデコーダ 22、38、56

については下記に述べる種々の形態の処理を行う。

図2の圧縮処理手段40、図3の伸長処理手段52は、ATRAC方式に基づいた圧縮符号化処理、伸長処理を行う。

これらの動作は下記に述べる種々の形態の処理に関連させて述べる。

【0055】

図1～図3に図解したコーデックにおけるエンコーダにおいて行われる、本発明のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法とその装置の処理内容について述べる。

【0056】

マスキング効果

マスキング効果について整理する。マスキングとは人間の聴感に感応しない状態を言う。そのようなマスキング効果には主として2つの性質がある。

第1の性質は、図4に図解したように、1kHz以下の周波数の低い領域では100Hz程度の非常に狭い周波数特性を持っている。したがって、たとえば、オーディオ信号が1kHz以下に集中した場合、マスキー（ウォーターマークWM）はマスカー（オーディオ信号）の約50Hz以内になければ人間の耳で聞こえてしまう。したがって、マスカーから50Hz以上離れた周波数領域にはウォーターマークWMを挿入できない。

【0057】

図4は周波数マスキング特性を示しており、横軸は周波数を対数目盛でとり、左側の縦軸は音圧を示し、右側の縦軸はクリティカルバンドを示している。クリティカルバンドは破線で示したように、1kHz以下は100Hzであり、1kHz以上のクリティカルバンドは100Hzから4kHzに変化している。

【0058】

第2の性質は、図5に図解したように、テンポラルマスキングと呼ばれる時間方向のマスキングである。マスキーはマスカーの前方約数ミリ秒以前、後方約数十ミリ秒以後に存在すると聞こえる。したがって、マスキーはマスカーの前方数ミリ秒以内、後方数十ミリ秒以内に挿入しなければならない。

【0059】

周波数マスキング条件

本発明のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法とその装置においては、図4に図解したように、マスキャー (masker) としてオーディオ信号、たとえば、トーン信号を用い、ウォーターマークWMを元のオーディオ信号 (トーン信号) のMDC T係数からマスキャー (masky) を生成する。そのため、元のオーディオ信号をマスキャーとして考えた場合の理想的なマスキャー信号としてその周波数分布を完全にマスキング効果の範囲内、たとえば、1 kHz 以下において100 Hz 以内に追従させることが可能である。このときそのMDC T係数で発生させたマスキャーの信号強度は、図5に例示したように、そのエンベロープ (包絡線) がほぼ元のオーディオ信号の信号強度に比例するので振幅方向でも十分な特性が得られる。

【0060】

テンポラルマスキング条件

図5に図解したように、本発明のオーディオ信号にウォーターマークを埋め込む方法とその装置で作成したマスキャーの時間方向の振幅変化は、MDC Tと逆MDC T (IMDC T) との可逆性から、逆MDC Tされた後の波形領域でほぼ元のオーディオ信号のその周波数領域における振幅変化になるから、テンポラルマスキングも同時に満足している。すなわち、マスキャーの前方数ミリ秒以内、マスキャーの後方数十ミリ秒以内にウォーターマークWMが存在する。

【0061】

ミュージックコンポーネント方式

本発明の好適な実施の形態としてミュージックコンポーネント方式について述べる。

ミュージックコンポーネント方式はウォーターマークを音楽信号そのものから直接作り出すことにより、音質の劣化を防止するとともにオーディオ信号圧縮において定められている上記マスキング効果の範囲に自動的にウォーターマークを生成する技術である。

本発明のミュージックコンポーネント方式において、基本的に音楽信号が持つ

トーン性の信号（コンポーネント成分）を用いてマスキーとなるウォーターマークを生成する。このウォーターマークを生成する方法としては、たとえば、下記に示す4つの方法で行う。

【0062】

AM変調方式

図6（A）～（C）に図解したように、図6（B）に示す元の信号（元の音声信号）のエンベロープ（包絡線）を、図6（C）に示すように直接、正弦波（サイン波）で振幅変調すると、図6（A）に示すようにマスカーとなる元の信号（トーン信号）の両側にウォーターマークWMの対象となるサイドバンドSBが立つ。

【0063】

FM変調方式

図7（A）～（C）に図解したように、図7（B）に示す元の信号（元の音声信号）を、図7（C）図解したようにある周波数の正弦波で周波数変調すると、図7（A）に図解したようにマスカーとなる元の信号（トーン信号）の両側にウォーターマークWMの対象となるサイドバンドSBが立つ。

【0064】

ヒルベルト変換

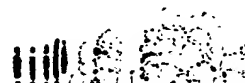
上述したAM変調、FM変調を、ヒルベルト変換によって実現する。

ヒルベルト変換は、ビデオ信号をデジタルでFM変調をかけたり、復調する際に使用する技術として知られている。このようなヒルベルト変換技術をオーディオ信号に用いると原信号（マスカー）を用いてウォーターマークWMの対象となる隣接バンド（SB）を直接、生成できる。

【0065】

図8はヒルベルト変換によるウォーターマークを生成する回路図である。このヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路100は、ヒルベルト変換器102と、変調周波数発生器104と、乗算回路106、108と、加算回路110、112からなる。

ヒルベルト変換器102はPCM信号をヒルベルト変換して実数部と虚数部を



出力する。変調周波数発生器 104 は周波数、利得、位相などの制御信号から、変調周波数を発生する。

乗算回路 106 は、ヒルベルト変換器 102 の実数部出力と、変調周波数発生器 104 の実数部出力を乗じる。乗算回路 108 は、ヒルベルト変換器 102 の虚数部出力と、変調周波数発生器 104 の虚数部出力を乗じる。

加算回路 110 は、乗算回路 106 の出力から乗算回路 108 の出力を減じて、原信号の PCM 信号の上側サイドバンド信号を出力する。加算回路 112 は、乗算回路 106 の出力と乗算回路 108 の出力を加算した原信号の PCM 信号の下側サイドバンド信号を出力する。

なお、ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路 100 を用いてウォーターマークをオーディオ信号に埋め込むコンコーダの例を図 26 を参照して後述する。

【0066】

ヒルベルト変換によって、たとえば、図 6 (A)、図 7 (A) に図解したような任意の周波数成分の上下の隣接バンド SB を作りだせる。その結果、ヒルベルト変換による周波数シフトによって AM 変調や FM 変調を行うことができる。また、図 7 (A) に図解したように、ヒルベルト変換によって、上方向または下方向だけの隣接バンドだけを生成することも可能である。

【0067】

MDCT による変調方式（周波数シフト）

オーディオ信号を種々の周波数成分のサイン波を重畳した波形を持つ。

図 9 (A)、(B) はサイン波を高速フーリエ変換した結果（高速フーリエ変換係数）と、MDCT 処理した結果（MDCT 係数）を対比して示したグラフである。縦軸はともに利得を示し、横軸と共に周波数を示す。サイン波を高速フーリエ変換すると、ある周波数に 1 2 対の高速フーリエ変換係数（スペクトル）が存在するが、サイン波を MDCT 処理すると複数の周波数に両極性の複数の MDCT 係数（スペクトル）が存在する。中央の 4 本の MDCT 係数が全体の 90% 程度を占める。

【0068】

MDCT 係数には下記の性質がある。

MDCT 係数全体を周波数軸方向に偶数個シフトして逆MDCT (IMDCT) を行くと、MDCT と逆MDCT と性質により、その結果はPCM 信号上で丁度周波数シフトした信号になる。

図9 に図解したように、たとえば、44.1 kHz のサンプリング時には、1024 のMDCT 係数を用いているときに2 個右に周波数をシフトすると（周波数を高くすると）、そのIMDCT した結果は各周波数成分を約43 Hz だけ周波数を高くしたものになる。4 個右に周波数をシフトするとそのIMDCT した結果は各周波数成分を約86 Hz だけ周波数を高くしたものとなる。したがって、たとえば、1 kHz のトーン性の信号があるとき、この処理を行えば1046 Hz の信号を生成できる。

【0069】

たとえば、図1 に図解したMDCT 演算手段14 においてMDCT 係数を求め、2 個右に周波数をシフトすると、逆MDCT 演算手段18 においてIMDCT した結果は各周波数成分を約43 Hz だけ周波数を高くしたものになる。

2 個右にシフトして生成された信号は元のオーディオ信号の周波数の50 Hz 以内であり、これをレベルダウンすることにより、図4 を参照して上述した周波数マスキングにおけるクリティカルバンドの条件を満足している。したがって、そのようにして生成した周波数をシフトされた信号はウォーターマークWM として使用できる。

【0070】

この1 kHz が音量（レベル）を変化させている場合、この周波数シフトによって生成された信号のエンベロープは元の信号と全く同じになるから、図5 のテンポラルマスキング条件も満足していることになる。

上記とは逆に、2 個周波数シフトしてからIMDCT すれば、今度は43 Hz 低い周波数が得られる。左に4 個周波数シフトしてからIMDCT すれば、今度は86 Hz 低い周波数が得られる。

【0071】

このような方法で元の信号（マスキング）の周波数の上下に、ウォーターマークとして隣接信号を同位相で加算することは、図6（C）に図解したように、この信号と元の信号をAM変調したことに等しい。

【0072】

このような方法で元の信号（マスキング）の周波数上の上下に逆位相のサイドバンドを作ると、図7（C）に図解したように、その結果はFM変調になる。

【0073】

さらに、図10に図解したように、このMDCT係数を選択的に行った場合、周波数制限を加えた変調結果が得られる。これにより、オーディオ信号の周波数全体にではなく、所望の周波数帯域、たとえば、1.5 kHz ～ 5 kHz のみにウォーターマークを加えることが可能となる。

【0074】

このように本発明によれば、MDCT演算手段14においてオーディオ信号についてMDCT係数を算出し、MDCT係数を直接操作することにより、容易にマスキング効果を持つウォーターマークが生成できる。このようにして生成したウォーターマークWMは、周波数マスキング条件、テンポラルマスキング条件を満足しており、たとえば、図1のウォーターマークエンコーダ16において、コピーコントロールCCなどともに、オーディオ信号の付加情報として、オーディオ信号に埋め込まれる。

【0075】

なお、ウォーターマークWMの埋め込み方法としては、マスキングの両側に常に埋め込む必要はなく、図11（A）、（B）に図解したように、一方側にのみウォーターマークWMを埋め込むこともできる。

【0076】

MDCTによる復調

次に、オーディオ信号に埋め込まれたウォーターマークの復調方法について述べる。

周波数シフト方式によって生成されたウォーターマークは元の信号と強い相関

関係がある。したがって、この性質を利用して復調する際、元の信号とウォーターマークとの相関関係を用いて復調する。その方法を下記に述べる。

【0077】

シフト演算方式

たとえば、エンコードの際、たとえば、MDCT演算手段14においてMDCT係数を算出し、図15に図解したように、算出したMDCT係数を4個分周波数シフトした信号を加算した場合、元のMDCT係数がどうだったかにしろ、そのMDCT係数と4個目のMDCT係数の極性が同相になる確率が増加すると考えられる。このことにより、4つ目の係数の極性が同相になる数はこの変調信号により増加し、逆に逆相信号は減少する。これを計数して統計処理することにより、変調信号が同相に加算されたか逆相に加算されたかを計算することで、簡単な復調が可能となる。

本発明のこの方式の利点は、MDCT係数をシフトして加算するだけであり、この演算に小数点演算や、掛け算、割り算といった複雑な計算が殆ど必要がないことである。したがって、複雑な回路は不要であり、処理時間も短い。

【0078】

音質改善

たとえば、上述したエンコードを行う場合、図16(A)～(C)に図解したように、エンコード時に加算または減算されたMDCT係数のうちで極性の増減に貢献しないでウォーターマークとして無効になっている成分があることが分かる。このような場合、挿入されたMDCT係数による音質劣化は無駄になる。そこでその改良方法を考察する。

【0079】

まずエンコードの際に、MDCT演算手段14（またはウォーターマークエンコーダ16）、加算するMDCT係数が有効か否かについて考察する。図16(A)～(C)に図解したように、マスキューを加えても元のMDCT係数の極性が逆転しない場合があることが分かる。この場合、この信号は実は余計な信号であるだけでなく、元の信号が持つ成分との和によってマスキングレベルを越えてしまう可能性を孕んでいる。つまり、単一周波数でのモデルよりも実際には人間に

聞こえる可能性があることになる。そこで、この問題を解決するため下記の処理を行う。

【0080】

本来、オーディオ信号に加算されるMDCT係数は、この例では、たとえば、30dBだけ元のMDCT係数より小さい。したがって、30dBを加算することにより極性を逆転させる信号は元々ある程度小さい係数であるはずである。厳密にこの演算を行う場合は、たとえば、図16(B)に図解したように、エンコードにおいて、元のMDCT係数を30dBだけ下げてシフトしたものの大きさが加算される相手の信号のMDCT係数と比較してそれ以上で、かつ、逆相である場合にのみ加算するようにすれば、加算した信号が全てMDCTの極性変化を発生させることに有効に働くようになる。

【0081】

しかしながら、ここでも問題ある。それはこの処理を完全に行うと、この処理によって両サイドバンドのどちらかがなくなってしまう、AM変調、FM変調ではなくなってしまうことである。すなわち、この信号をアナログ信号に戻して異なるサンプルブロックで再びMDCTをかけたときにエンコードによって発生させたMDCT係数相互間の極性関係での復調ができなくなることである。また、このことは音声圧縮のコーデックにおいても上記同様に現れる。単なるMDCT係数の変化としてのみでの変調になった場合、圧縮の際ウォーターマークが壊れやすくなる傾向がある。

【0082】

そこで、この無効なMDCT係数の制限をある程度緩めて、係数変化によって生まれるウォーターマーク信号の発生するレベルをコントロールすることに用いると効果的である。すなわち、実際の制御は元の信号（オーディオ信号）であるマスキングのMDCT係数の上限と下限を、たとえば、図12(A)、(B)に図解したように、加算される相手のMDCTのレベル、極性で制限することができる。

【0083】

上述したように、有効に働く係数の場合でも元の係数から43Hz離れた周波

数が元々大きければ加算による結果はマスキングされにくい。その結果、人間にウォーターマークが聴感されることになる。

これを改善するため、上述した条件にさらに下記の条件を加えればよい。すなわち、たとえば、エンコーダにおいて、加算する相手の信号のMDC T係数が加算によってマスキングレベルを越えないことを判定してから加算を行う。この場合でも、本来オーバーラップしているMDC Tでは完全な条件を満たしているとは言えないが、実用上では全く人間の耳には知覚できないレベルのウォーターマークが実現できる。

【 0 0 8 4 】

音声圧縮における耐性

一般的に、MPEGなどの信号圧縮においてウォーターマークWMが破壊される主な原因は、そのプロセスにおいて量子化ステップ数の制限により、周波数上における各周波数成分の振幅特性の分解能が小さくなることに起因する。ノイズ性の信号を用いた方式で耐性 (tolerance) が問題になる理由はここにある。しかしながら逆にある条件以上の信号レベルを満たしていれば信号圧縮においても耐性が保たれる。

【 0 0 8 5 】

本発明の方式においてもこの耐性の問題を考慮しなければならないが、本発明の方式では元々その構造上トーン性の信号に対して自動的に大きく割り当てられる。すなわち、本発明の好適実施の形態としてのミュージックコンポーネント方式において、トーン性の信号には量子化ステップのビット数を大きく割り当て、ノイズ成分などには少ない量子化ステップのビット数を割り当てる。このように、原信号のトーン性の信号に対してある程度のレベルを確保するようにすれば、たとえば、30 dB程度のレベルを確保すれば、その大半は消えない。

【 0 0 8 6 】

また効率をさらに向上させるためには、エンコーダにおいて、あるレベル以下の比率の信号は最初から加算しないようにすることを効果的である。本発明の好ましい本実施の形態においては、このような処理を行う。

【0087】

周波数制限

図10に示したように、ウォーターマークを挿入する周波数帯域を制限するために使用するMDCT係数を制限する。これにより、任意の周波数帯域にのみウォーターマークを挿入することが可能となる。このように特定の周波数帯域にウォーターマークを挿入すると第三者による解読は難解になり、ウォーターマークの秘匿性が高まる。

【0088】

図18に図解したように、ウォーターマークを複数のレイヤーにして多重の情報挿入する場合、各レイヤーの周波数を排他的に設定すればデータの多重化が可能である。

【0089】

またコーデックによっては、図19(A)、(B)に図解したように、デジタルフィルタによって周波数帯域を分割してからMDCTを行う。このような周波数分割を直接レイヤーとして用いることも可能である。

図19(A)はATRAC2を適用した例であり、5kHzごと周波数を分割した例を示し、図19(B)はMPEGレイヤー3で32に分割されたサブバンドフィルタからの出力がMDCT処理されることを利用した例を示す。

【0090】

マスキングレベルの制限

次にマスキングレベルの制限を行う。本発明の方式では、上述したように、MDCT係数同士の極性の一致、不一致によってエンコーダの強度が決まるから、マスキングの信号強度が高いことはデータの変調強度に直接は関係がない。したがって、小さなマスキングも大きなマスキングも同じデータ量にしかならないので、音質を優先する場合、マスキング条件と音声圧縮における耐性などや耐攻撃性を満足する範囲で、できるだけ小さいマスキングを用いることが有効である。

【0091】

本発明の実施の形態では、上述したように、マスキングはマスキングレベルに対して自動的に設定されるので、逆にマスキングの信号強度の加減を制限することによ

りマスクの最大振幅を設定できる。また、マスクの信号強度の下限を設定すれば、圧縮や攻撃により最初からあまり有効でないマスクを作らないように制限する目的にも使用できる。

【0092】

また、マスクレベルを自動化するために有効な方法としては、各周波数帯域ごと、あるいは、上述したフィルタ・バンクごとの出力を正規化する方法が好ましい。ATRAC2、ATRAC3では、ポリフェーズ・クワドラチャフィルタ(PQF)の後のAGC回路が設けられており、MDCT処理される前にこの処理がされており、本方式のエンコードにおいても利用できる。

また他の方法としては、有効なマスクの数を計数して、平均的に一定の数だけ入るようにマスクレベルを自動的に制限する方法をとることができる。

簡易的には、入力される音楽の信号レベルに応じたAGCでもある程度有効である。

【0093】

マスクレベルの制限

本発明の実施の形態においては、変調信号の検出をMDCTのマスクとマスクの極性により行う。任意のマスクを加算した場合、このうち結果的には極性変化に影響しないものが存在し、これは音質劣化しか生まない。そのため、エンコード時に極性検出の際に効果のないマスクを極力削除することが考えられる。その方法として、エンコーダにおいて、加算の対象となるMDCT係数を最初に評価して、マスクがある一定のレベルよりも高ければマスクを加算しないようにすれば、このような無効な音質劣化を生む加算信号を除去できる。

また同様に、加算しても最終的に無効となるような小さすぎるマスクも設定により制限することができる。

これらの方法をさらに効果的に行う場合は、エンコーダにおいて、マスクから作ったマスクと加算する相手の極性と、レベルを調べて有効なものだけを加算する。またこのとき、制限を結果に有効なマスクの個数やデコード結果の個数によってフィードバックすればデータ量や検出レベルの適正化を実現できる。

【0094】

この係数を左右にそれぞれ設定されたシフト量だけシフトして、そのレベル調整のために各係数をLSBの方にシフトする。たとえば、2進数データを5ビットシフトするとレベルは $1/32$ になる。

【0095】

マスキの加算

これらの処理によって選択されたマスキは元の音声信号に加算または減算される。加算方法に2種ある。

第1の方法は、たとえば、図1のMDCT演算手段14において、MDCT係数上で直接加算する方法である。

第2の方法はこのマスキを一度元のフォーマット、たとえば、図20(A)、(B)に図解したように、PCM信号、アナログ信号、DSD(Direct Stream Digital)などのビットストリームなどに変換してから加算する方法である。

図20(A)、(B)において、ウォーターマーク埋め込み・フォーマット変換回路70は、図1、図2に図解したエンコーダ部72と、エンコーダ部72における信号処理時間だけ信号を遅延してタイミング調整を行う遅延回路74と、加算回路76とから構成されている。

【0096】

特に、次世代のCDよりも高音質なDVDオーディオ、SACD(Super Audio CD)などにおいてはMDCTの演算ビット数が問題になることが予想され、最初からウォーターマークの分だけ計算することによりウォーターマークWMに用いない周波数帯域の再量子化ノイズなどを抑制することができる。

【0097】

デコーダ

デコーダには大別して2つの例を示す。

第1のデコーダは実際のAV機器である程度制限された条件でLSI、ソフトウェアで構成する装置である。

第2のデコーダは業務用のトレーシング装置のように制限が余りない装置である。

【0098】

第1のデコーダの例について述べる。

ATRAC2やMP3では基本的に、2048サンプルによる1024個のMDCTが用いられるので、本方式を直接、そのMDCTの処理にこの方式の装置を付加することが可能である。

デコードソースはいくつかの場合がある。

【0099】

MDCT間接法

音楽配信では一般的に、圧縮オーディオ信号を用いるので、ユーザが音楽を聞くまでPCM信号やアナログ音声に戻ることが少ない。そのため、たとえば、受け取った信号からコピーコントロール信号を読み取ったり、ユーザ・ウォーターマークを追記したりすることは実際には圧縮された信号上で行える。オーディオ信号のデコーダは元々MDCTを持っているから、PCM信号に変換される直前のMDCT係数からこのウォーターマークを読み取ることができる。また逆に、この係数に先程のエンコーダと同じ方法で直接MDCT係数としてウォーターマークを埋め込むことも可能である。

これの応用可能なコーデックには、MP3レイヤー3、ATRAC、ATRAC2、ATRAC3、TwinVQなどがあげることができ、同様に用いられる。

【0100】

アナログ信号／PCM信号

本来ウォーターマークとしてはこのため設けられた。この場合、埋め込まれたウォーターマークは実際には変調音として存在している。これらは最初にエンコードされた際のサンプル位相とは異なる場合、MDCT係数上でも異なる値になっている。しかしながら、上述したように、マスキーとマスカーとの関係はAM変調やFM変調として保持されているので、その極性関係を調べると、異なるサンプル点からのMDCT係数上からウォーターマークをある程度読み取ることができる（図22）。

【0101】

まず、図1のエンコーダ10に入力されたオーディオ信号はA/D変換器でPCM信号に変換される。次いで、MDCT演算手段14においてMDCT係数に変換される。AM変調や、FM変調になっているウォーターマーク成分は、ここではたとえば、任意のMDCT係数の左右の4個目の係数の極性を確率的に増減させている。この個数を同極性、異極性それぞれについて累積させていけば、たとえば、1秒間の区間で明らかな偏りを検出できる。

図21に図解したように、これを1秒おきにリセットして各区間の極性の偏りを調べることにより、埋め込まれたウォーターマークによるデータの検出が可能となる。

【0102】

これを、たとえば、単純に同極性に増加するようにエンコードした信号をデコードする際、一旦、アナログ信号に戻してからMDCTを行う場合のサンプルブロックの位置が問題となる。従来、MDCT係数の変化を利用する場合これが大きな問題であった。

【0103】

本発明においてはこの問題を解決した。

図22に図解したように、MDCT係数を4の距離でデコードした結果は、サンプル位相がずれると、コサイン波の形で増減する。しかしながら、このとき、この信号をMDCT係数を5の距離でデコードした結果がサイン波の形で増減する。このため、128サンプルずれたとき、距離4の復調値はゼロになっても距離5の値を用いると十分復調できる。したがって、リセット位置のおおまかな位相を合わせれば、多少のMDCTのサンプル位相のずれがあっても復調できる。

この方法はコピーコントロールによる方法より容易な方法でこれを検出したい場合、あるいは、MDCTの位相が制御できない応用範囲において有益な手法となる。

また正しい位相に合わせる同期処理においても、4の値と5の値を調べることで大まかな位置を特定できるから、1024個全ての位相を調べなくても正しい

位相に同期できる。あるいは、1024個の最大の利得が得られる位相を求めてもよい。

【0104】

図23はこの処理を距離8、9について行った例を示す。ここでは、64サンプルごとに距離が8と9とに入れ代わっている。また距離4と距離8を組み合わせると、正しい位相を求めるための粗調整がさらに容易になる。

【0105】

この方式を多層のレイヤーを持つようにする方法を下記に述べる。

【0106】

シフト方向によるレイヤー

デコーダにおいて、元のMDCT係数の右（周波数の高い方向）にウォーターマークになるMDCT係数を加減算する。

デコーダにおいて、元のMDCT係数の左（周波数の低い方向）にウォーターマークになるMDCT係数を加減算する。

この2つの方法はマスキーマスカーの大きさの関係を設定した場合、完全に独立した2種類のレイヤーとして利用できる。ただし、入力データが異なる場合は、AM変調、FM変調として利用出来ない。

【0107】

周波数帯域

MDCT係数は周波数帯域に対応しているから、上述したMDCT係数の制限により周波数帯域を制限できる（図10参照）。

【0108】

AM/FMキャンセラー

実際には音楽信号そのものに本発明によって起こされた変化と同じ信号が存在することがあり、その場合、誤検出の原因となる。たとえば、偶然に変調と同じAM変調、FM変調となることが元の信号に存在している場合に、書き込むデータをキャンセルすることがある。そこで本発明ではこれをキャンセルする。

【0109】

その様な信号成分を発生する一番の要因は、原信号のエンベロープが変調しよ



うとする変化と同相、あるいは、逆相の変調になっている。音楽信号では、この場合、各周波数帯域が同相で変化することが多いから、非常に強い変調になり、これを打ち消すような大きな信号を用いると、音質に問題を引き起こす。

そこで本方式においては、自然な音楽信号と区別しやすくするために、図 24 (A) に図解したように、周波数帯域をブロック A とブロック B に分割して変調方向を互いに逆になるようにしている。この例においては $1.5 \text{ kHz} \sim 5 \text{ kHz}$ を $1.5 \text{ kHz} \sim 3 \text{ kHz}$ 、 $3 \text{ kHz} \sim 5 \text{ kHz}$ に分割している。

この 2 つの周波数帯域 A、B において、それぞれを逆方向に変調する。そうすると、図 24 (D) に図解したように、元の音楽に含まれていた変調成分は低い帯域と高い帯域とで逆相のデータとして復調されるから、データは同じ利得のままで誤信号のみがキャンセルできる。

【0110】

図 25 (A)、(B) は周波数を分割しない場合の MDCT 係数相互間の同極性・異極性の数を示すグラフであり、図 26 (A)、(B) は周波数を分割した場合の MDCT 係数相互間の同極性・異極性の数を示すグラフである。

周波数を分割した場合、音楽信号で偶然起こるパターンを極力回避することにより、データレートおよびエラーレートを低下させることができることが分かる。

【0111】

またこの際に分割の周波数をオクターブに選択することはキャンセル効果を高めることにある。その理由は、音楽の性質からくるものであり、音程を含む成分がオクターブ上で反対に働くことにより、キャンセル方向が確率的に逆相を保つのに役立つ。あるいは A、B のブロックに含まれる MDCT 係数の個数を同程度に選ぶことも有効である。

【0112】

また分割の方法としては、上述した例示以外にもある。たとえば、図 19 (A) または図 19 (B) に図解したように、さらに細かくして確率的にキャンセルする方法も可能である。

【0113】

また、音声圧縮の中に応用する場合、上述した周波数分割の方法としては、たとえば、ATRAC2のポリフェーズ・クワドラチャータフィルタ(PQF)の分割特性を利用することができる。あるいは、MPEGレイヤー3のサブバンドフィルタを利用することもできる。

【0114】

秘匿性の向上

本実施の形態の方式はアナログ信号や高速フーリエ変換されても、ウォーターマークを分離できない非常に高い秘匿性を有する。しかしながら、MDCTを用いて攻撃されると比較的容易に攻撃できる。そこでそれを回避するため下記の対策を講ずる。

【0115】

疑似ランダム信号によるスクランブル

MDCTによるウォーターマークの検出はこの方式では主としてマーカーとマスキの距離を設定してそのお互いの極性を用いている。しかしながら、各時間、各マスキのMDCT係数ごとに極性を疑似ランダム信号などで反転させた場合、第3者がMDCTを用いて調べてもその信号がウォーターマークによって変調されているかいないかも分からなくなる。

もちろん、この場合、復調の際にその鍵となる疑似ランダム信号を用いて同期を行わなければならない、復調装置は複雑になる。

【0116】

このとき用いる疑似ランダム信号は、簡単なPN系列、ゴールド符号を用いることができるし、さらには、複雑なDESや楕円暗号でもよい。簡単な場合は単なる1, 0の信号を反転を繰り返すAC信号でも効果はある。

また疑似ランダム信号を、たとえば、ゴールド符号のように2種類の暗号同士から作り、1つを固定して他方を各個人の端末ごとに变化させ、合成された暗号を各端末単位に変化させることによりさらに秘匿性を高めることができる。

【0117】

第4実施の形態

図 27 は本発明の第 4 実施の形態としてのウォーターマーク WM をオーディオ信号に重畳するエンコーダとして、ヒルベルト変換を用いた構成図である。

このエンコーダ装置 200 は、MDC T 処理手段 202 と、ウォーターマークのマスカー抽出回路 204 と、逆 MDC T 処理手段 206 と、ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路 208 と、タイミング調整遅延手段 210 と、信号埋め込み回路 212 とを有する。

【0118】

MDC T 処理手段 202 は、PCM 形式のオーディオ信号を MDC T 処理して、その MDC T 係数を算出する。

ウォーターマークのマスカー抽出回路 204 は、MDC T 係数からウォーターマークのマスカーとしての PCM 信号を抽出する。

逆 MDC T 処理手段 206 は、抽出したマスカーの PCM 信号について逆 MDC T 処理を行う。

ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路 208 は、図 10 に図解した回路と同様の回路構成をしており、マスカーの PCM 信号の両サイドバンドにウォーターマーク WM を生成する。

タイミング調整遅延手段 210 は入力された PCM オーディオ信号を、MDC T 処理手段 202、ウォーターマークのマスカー抽出回路 204、逆 MDC T 処理手段 206 およびヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路 208 において演算処理される間に相当する時間だけ遅延して、タイミング調整を行う。

信号埋め込み回路 212 は、タイミング調整遅延手段 210 から出力されたオーディオ信号に、上記生成されたウォーターマークを埋め込む。

【0119】

ヒルベルト変換を用いてウォーターマークを生成してオーディオ信号に埋め込む上記エンコーダ装置 200 は、たとえば、図 6 (A)、図 7 (A) に図解したような任意の周波数成分の上下の隣接バンド SB を作りだせるので、ヒルベルト変換による周波数シフトによって AM 変調や FM 変調を行うことができる。また、図 7 (A) に図解したように、ヒルベルト変換によって、上方向または下方向だけの隣接バンドだけを生成することも可能である。すなわち、任意の周波数に

ウォーターマークを埋め込むことができ、互換性に優れるという利点がある。

【0120】

【発明の効果】

本発明によれば、オーディオ信号に付加情報を重畳するウォーターマークの手段として、ATRACまたはMPEG-AACなどの音声圧縮技術で用いられるMDCT係数を利用してより効果的な聴感マスキング効果を実現することができた。

【0121】

また本発明によれば、オーディオ信号圧縮における耐性と音質劣化の防止を両立できた。

【0122】

本発明によれば、MDCT係数を直接用いて変調できるため、MPEG-AACやATRACのような音声圧縮方式においてそのエンコーダ、デコーダの内部に容易に内蔵することができる。

また本発明によれば、MDCT係数を直接用いて変調できるためMPEG-AACやATRACのような音声圧縮方式において音声圧縮方式において圧縮された状態を完全に元に戻らないでMDCT係数の状態で復調したデータをエンコードすることができる。

【0123】

さらに本発明のミュージックコンポーネント方式においてウォーターマーク信号の振幅特性に自動的に追従するためテンポラルマスキングの条件を満たしている。さらに、ミュージックコンポーネント方式においてウォーターマークは音楽信号の周波数特性に自動的に追従し同時刻マスキングの条件を満たしている。

また、本発明のミュージックコンポーネント方式においてウォーターマークはトーン性の信号に関係づけられているため、これによって得られたアナログ信号およびPCM信号は音声圧縮によって壊れにくい性質をもつ。さらに、本発明のミュージックコンポーネント方式は処理が高速であり、リアルタイム性が高いので、コピーコントロールや、ユーザウォーターマークが容易に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は本発明の実施の形態としてのウォーターマークをオーディオ信号に重畳し、復号する第 1 実施の形態のコーデックの構成図である。

【図 2】

図 2 は本発明の実施の形態としてのウォーターマークをオーディオ信号に重畳し、復号する第 2 実施の形態のコーデックの構成図である。

【図 3】

図 3 は本発明の第 3 実施の形態としてのウォーターマークを復調する第 3 実施の形態のデコーダの構成図である。

【図 4】

図 4 は周波数マスキングを図解するグラフである。

【図 5】

図 5 はテンポラルマスキングを図解するグラフである。

【図 6】

図 6 (A) ~ (C) は振幅変調を示すグラフである。

【図 7】

図 7 (A) ~ (C) は周波数変調を示すグラフである。

【図 8】

図 8 はヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路を示す図である。

【図 9】

図 9 は高速フーリエ変換と MDCT との関係を図解したグラフである。

【図 10】

図 10 はウォーターマークの周波数選択処理を示すグラフである。

【図 11】

図 11 は MDCT 係数をシフトしたときの効果を示すグラフである。

【図 12】

図 12 (A)、(B) はマスキングの選択状態を示すグラフである。

【図 13】

図 13 (A)、(B) はウォーターマークの例を示すグラフである。

【図 14】

図 14 は MDCT 係数の算出方法を図解するグラフである。

【図 15】

図 15 は MDCT 係数の置き換えを示すグラフである。

【図 16】

図 16 (A) ~ (C) は MDCT 係数のシフトおよび極性変化を示すグラフである。

【図 17】

図 17 (A)、(B) はウォーターマークの周波数帯域制限の例を示すグラフである。

【図 18】

図 18 はウォーターマークを複数のレイヤーにして多重の情報を挿入する例を示すグラフである。

【図 19】

図 19 (A)、(B) は複数の周波数帯域に分割する周波数帯域分割の例を示すグラフである。

【図 20】

図 20 (A)、(B) はマスキングを元のフォーマットに変換する回路構成図である。

【図 21】

図 21 は 1 秒おきにリセットして各区間の極性の偏りを調べることにより、埋め込まれたウォーターマークによるデータの検出を行う処理を示すグラフである。

【図 22】

図 22 は MDCT 係数を距離の相違による曲線の比較から復調する動作を示すグラフである。

【図 2 3】

図 2 3 は M D C T 係数を距離の相違による曲線の比較から復調する動作を示すグラフである。

【図 2 4】

図 2 4 (A) ~ (D) は周波数を帯域分割して復調する処理を示すグラフである。

【図 2 5】

図 2 5 (A)、(B) は周波数を分割しない場合の M D C T 係数相互間の同極性・異極性の数を示すグラフである。

【図 2 6】

図 2 6 (A)、(B) は周波数を分割した場合の M D C T 係数相互間の同極性・異極性の数を示すグラフである。

【図 2 7】

図 2 7 は本発明の第 4 実施の形態として、ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路を用いてウォーターマークをオーディオ信号に埋め込む回路図である。

【符号の説明】

10・・・エンコーダ

12・・・A/D変換器

14・・・M D C T 演算手段

16・・・ウォーターマークエンコーダ

18・・・逆 M D C T 演算手段

20・・・D/A変換器

22・・・ウォーターマークデコーダ

30・・・エンコーダ

32・・・A/D変換器

34・・・M D C T 演算手段

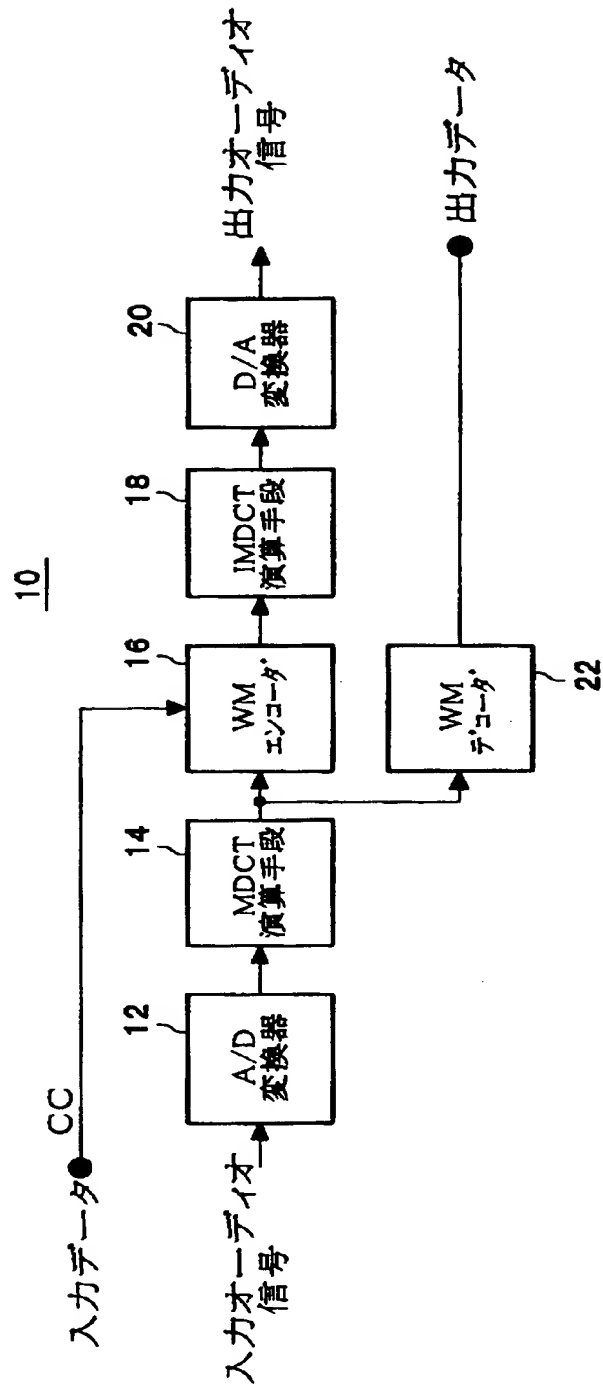
36・・・ウォーターマークエンコーダ

38・・・ウォーターマークデコーダ

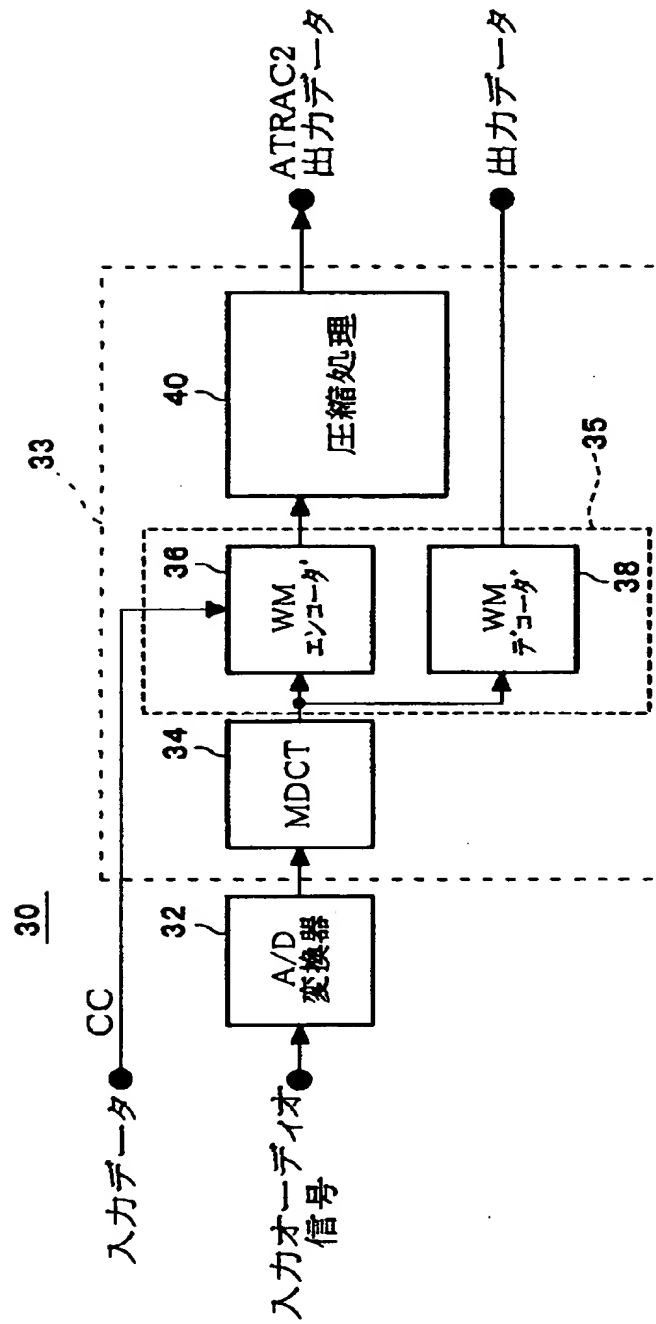
- 40・・・圧縮処理手段
- 50・・・デコーダ
 - 52・・・伸長処理手段
 - 54・・・ウォーターマークエンコーダ
 - 56・・・ウォーターマークデコーダ
 - 58・・・逆MDCT演算手段
 - 60・・・D/A変換器
- 70・・・ウォーターマーク埋め込み・フォーマット変換回路
 - 72・・・エンコーダ部
 - 74・・・遅延回路
 - 76・・・加算回路
- 100・・・ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路
 - 102・・・ヒルベルト変換器
 - 104・・・変調周波数発生器
- 200・・・エンコーダ装置200
 - 202・・・MDCT処理手段
 - 204・・・ウォーターマークのマスカ抽出回路
 - 206・・・逆MDCT処理手段
 - 208・・・ヒルベルト変換によるウォーターマーク発生回路
 - 210・・・タイミング調整遅延手段

【書類名】 図面

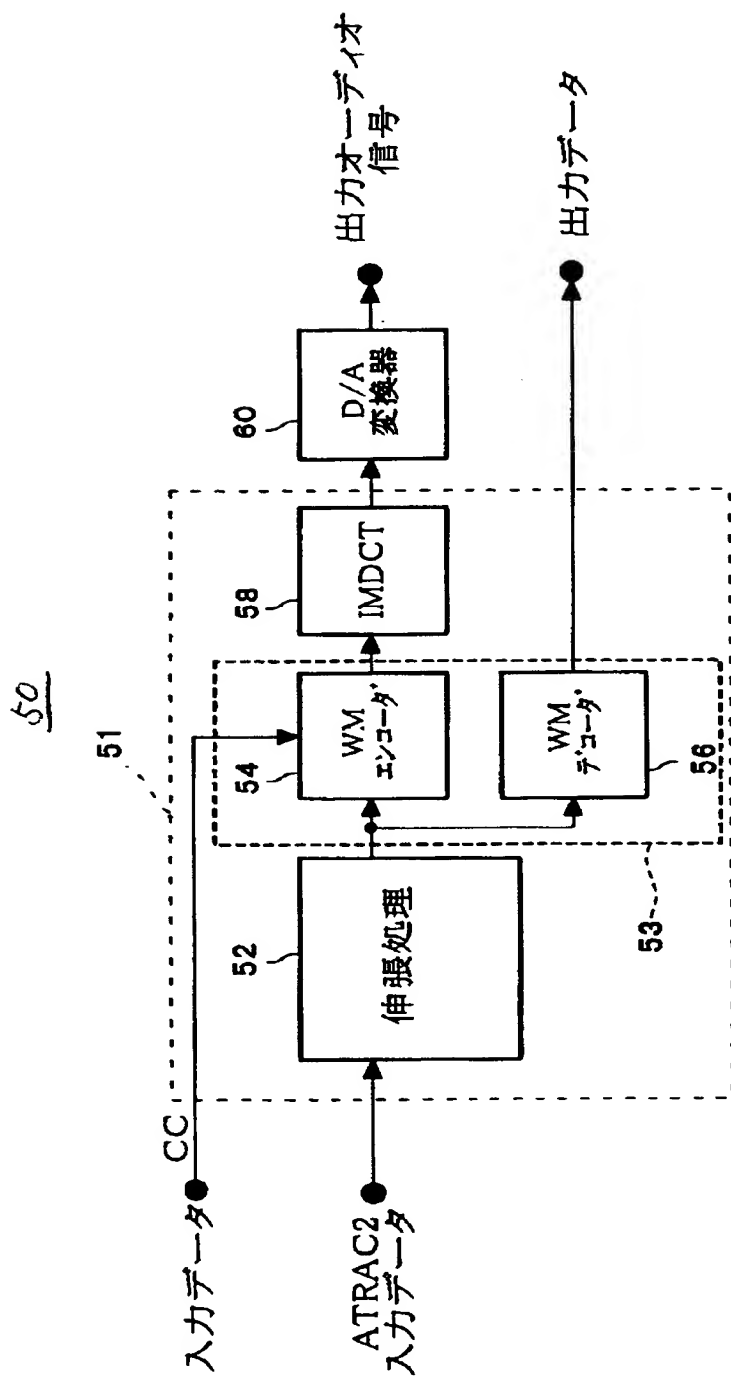
【図 1】



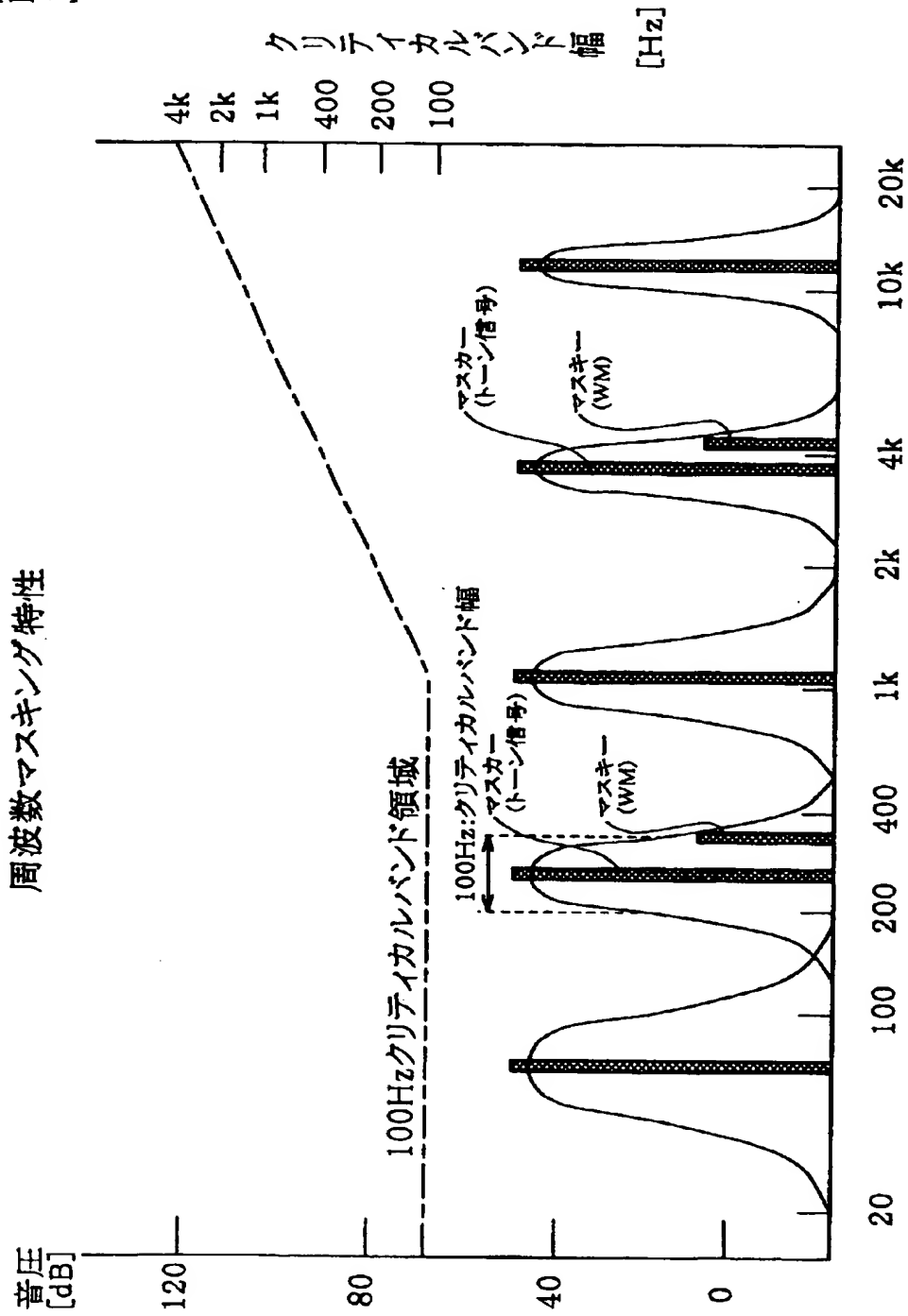
【図 2】



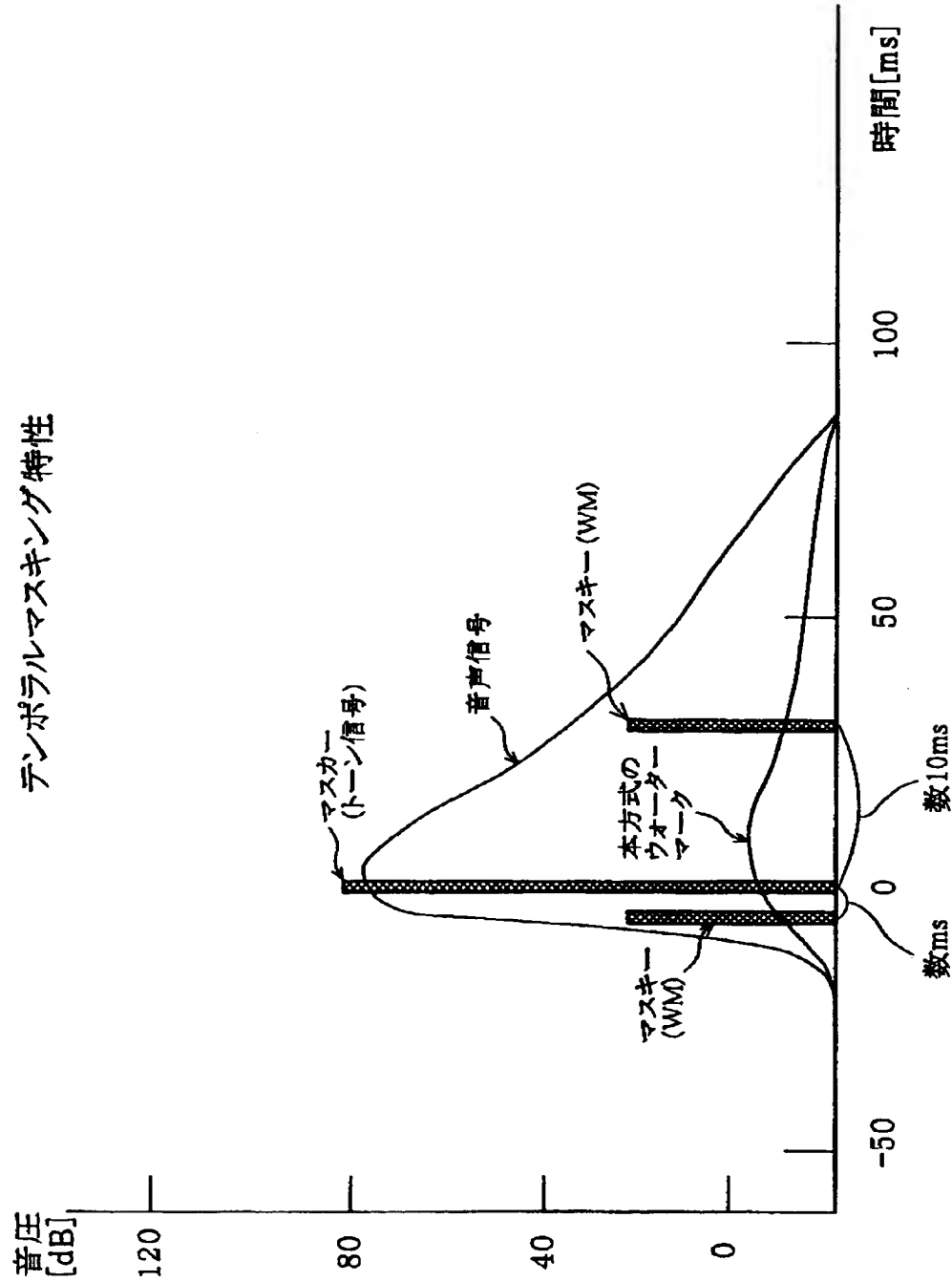
【図 3】



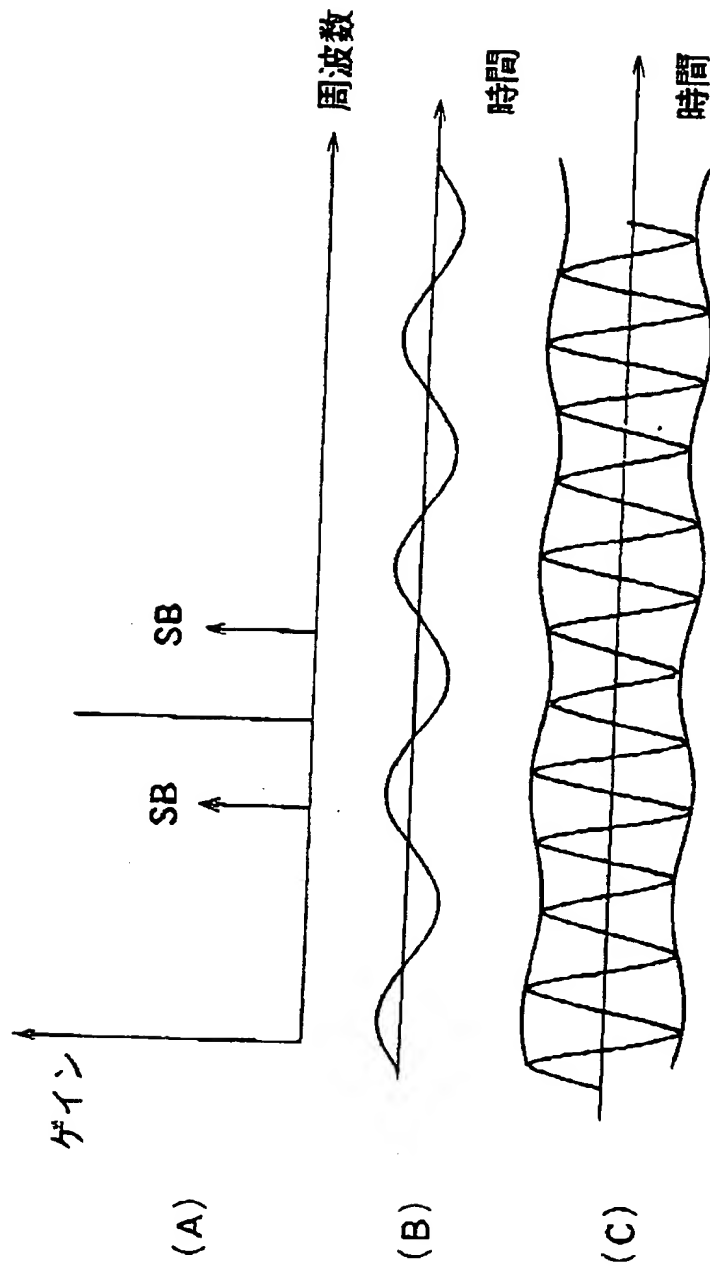
【図 4】



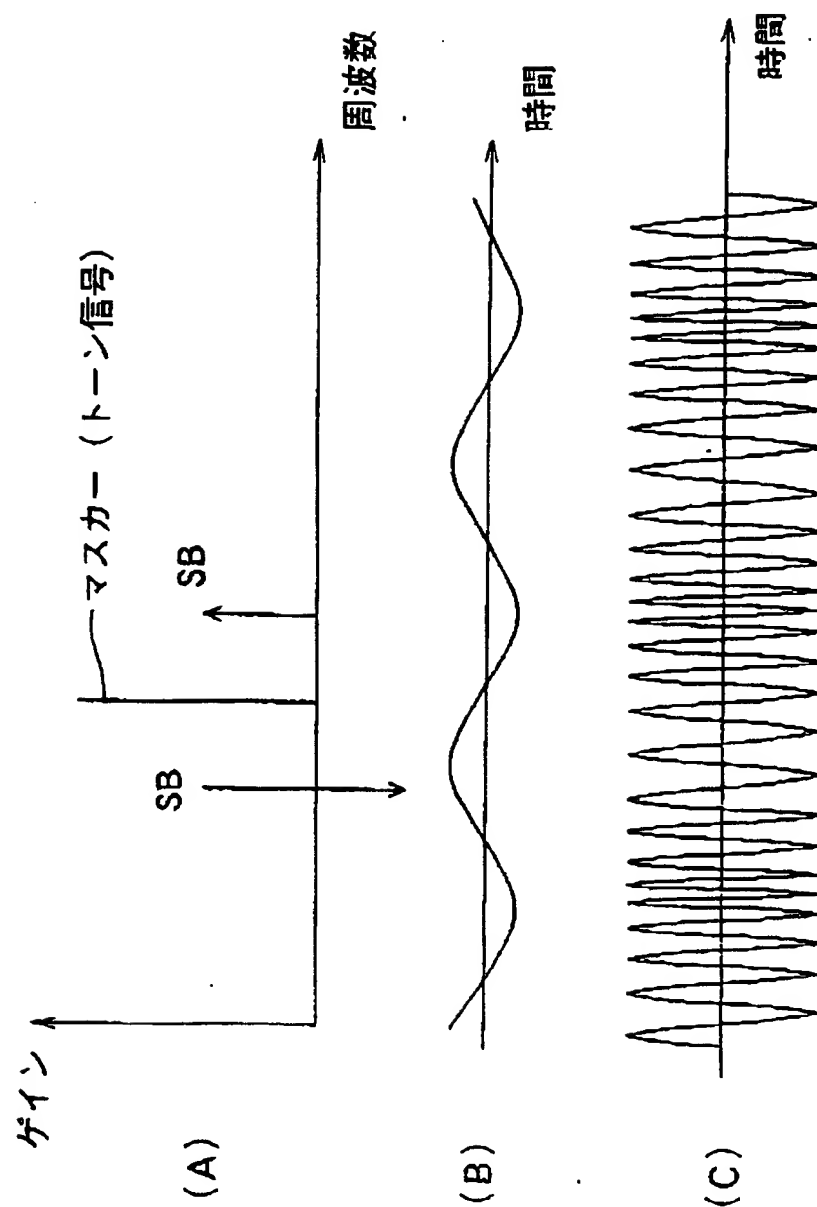
【図 5】



【図 6】

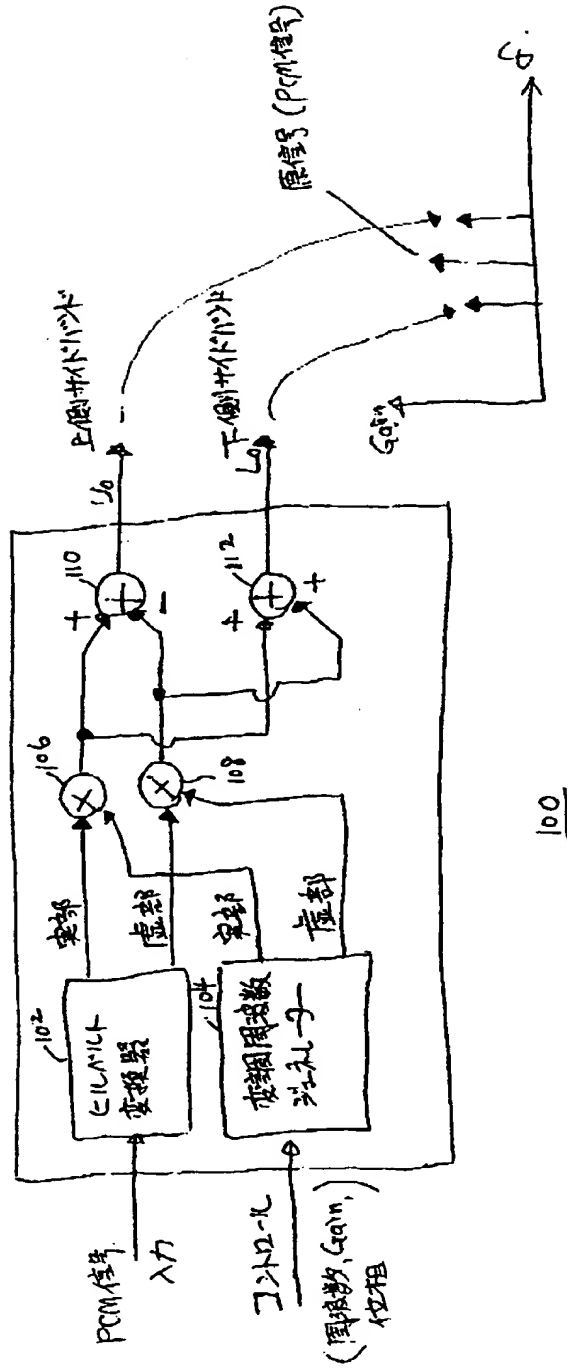


【図 7】

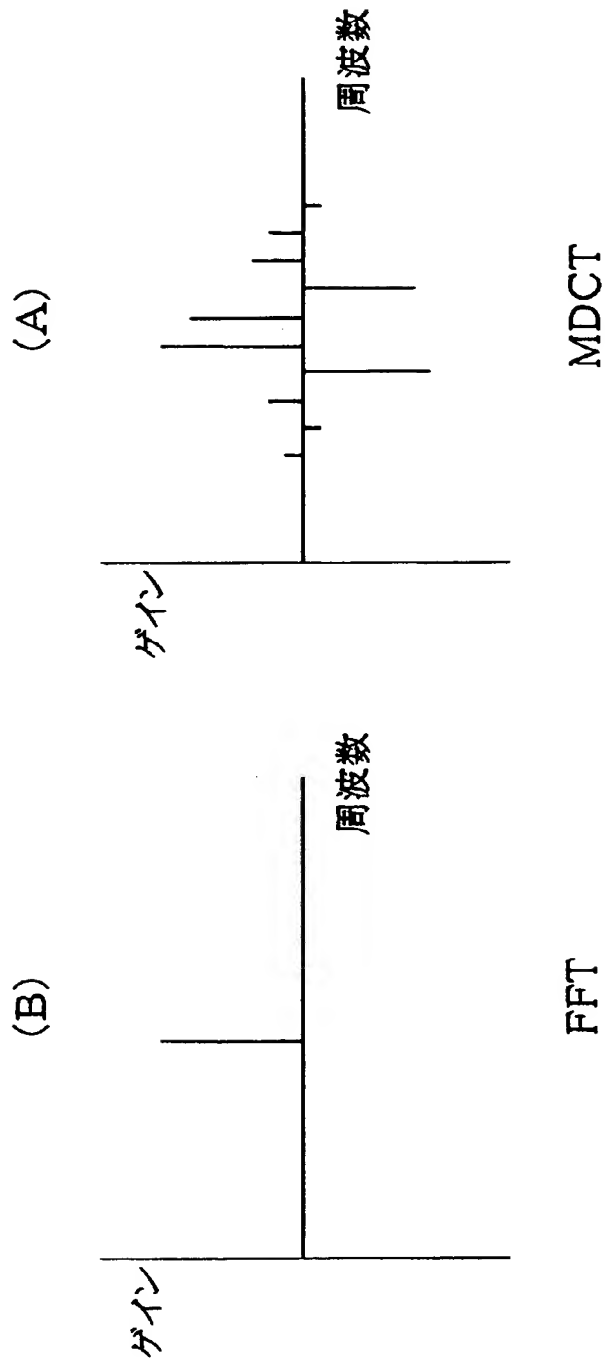


【図 8】

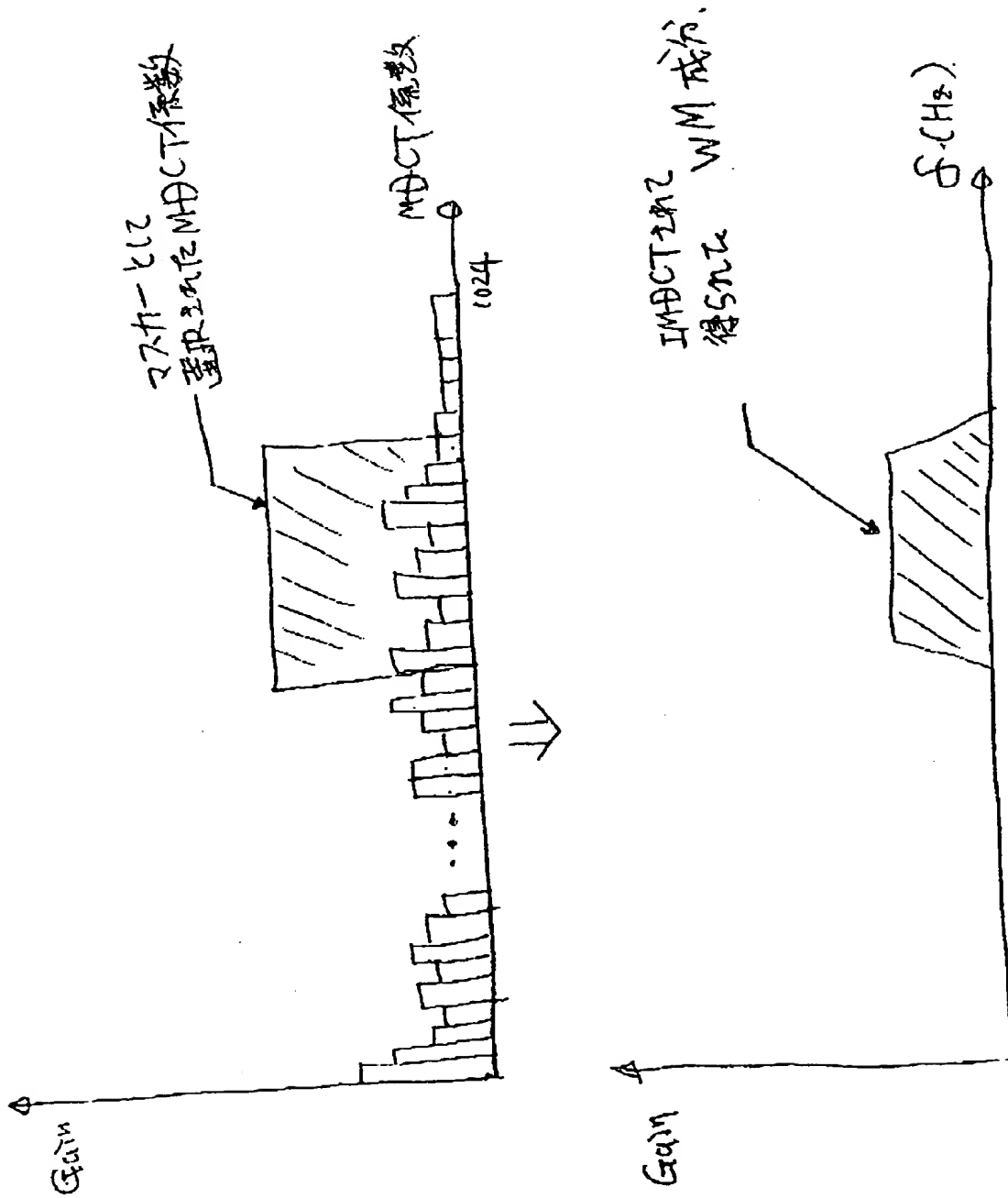
ヒルベルト変換器による FM 発生器



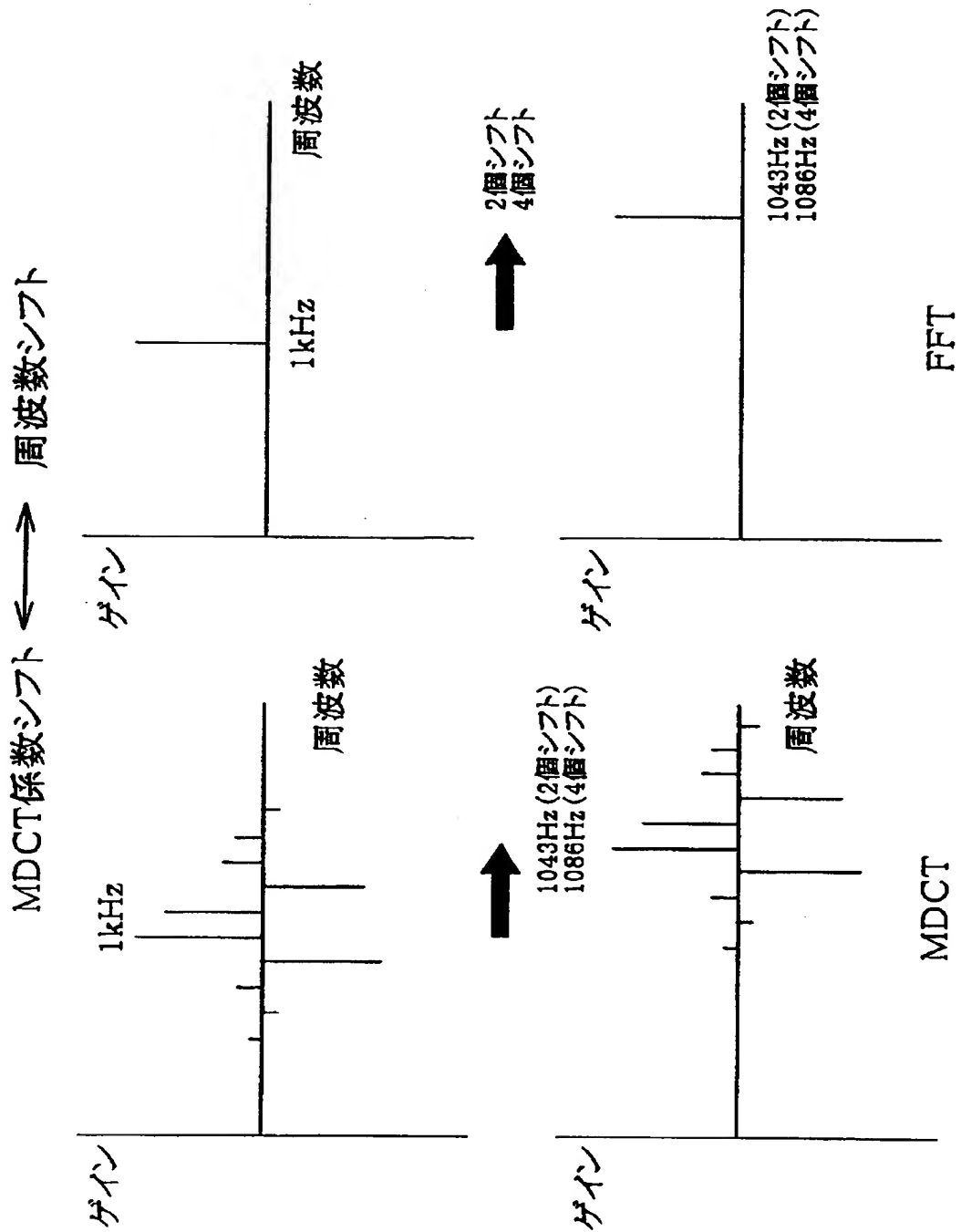
【図 9】



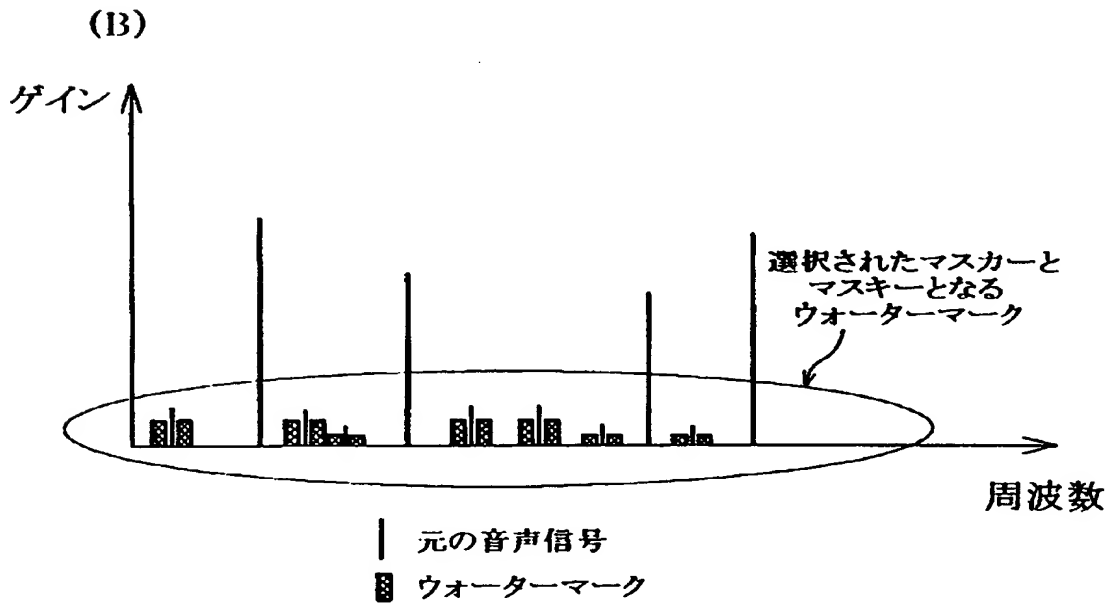
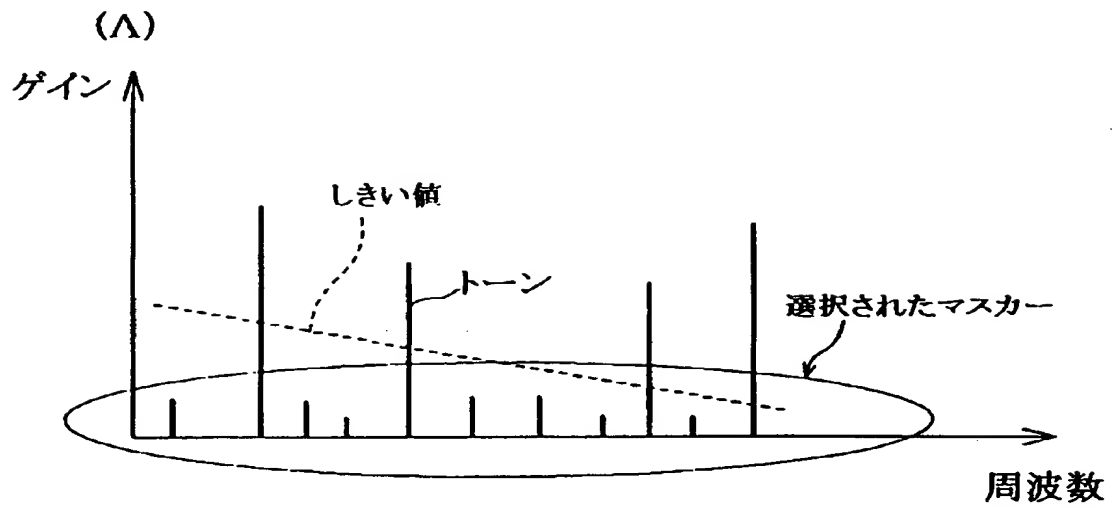
【図10】



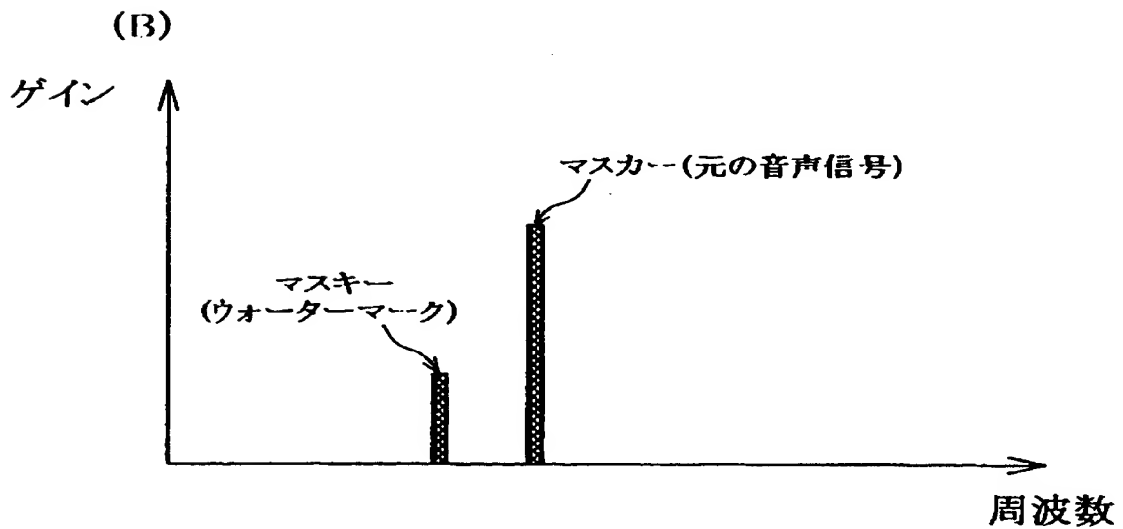
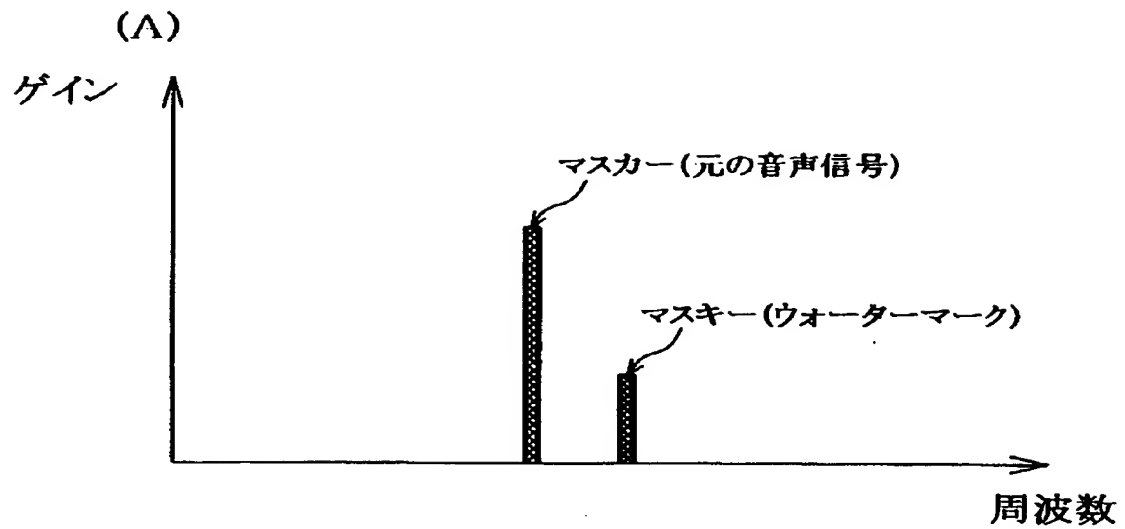
【図 11】



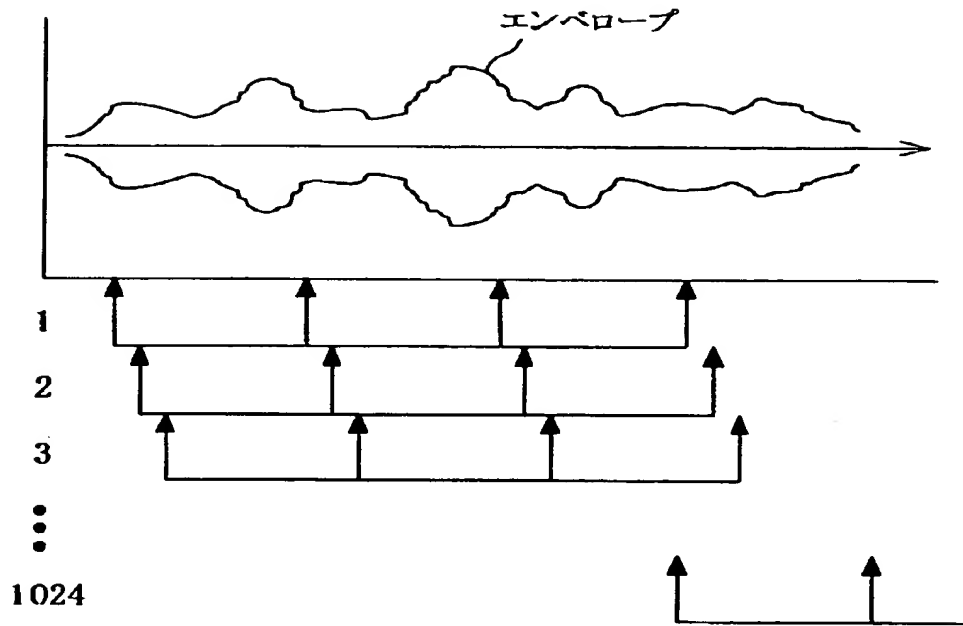
【図 12】



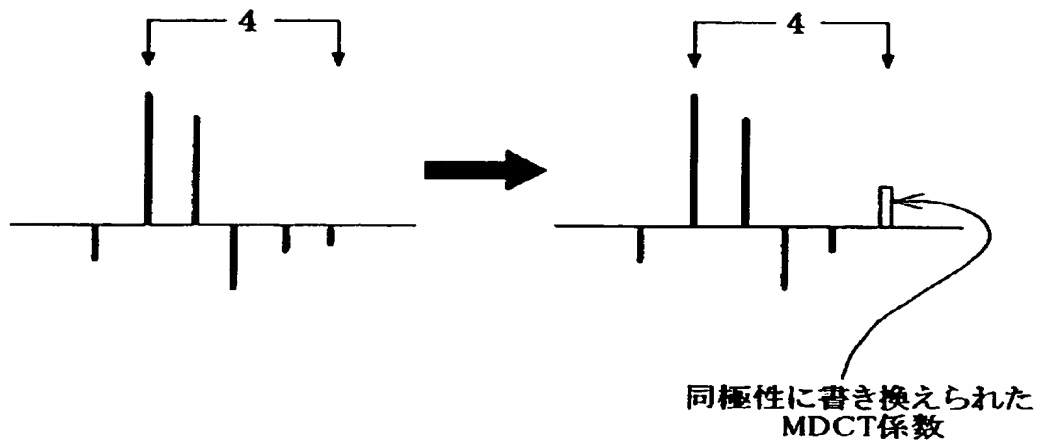
【図 1 3】



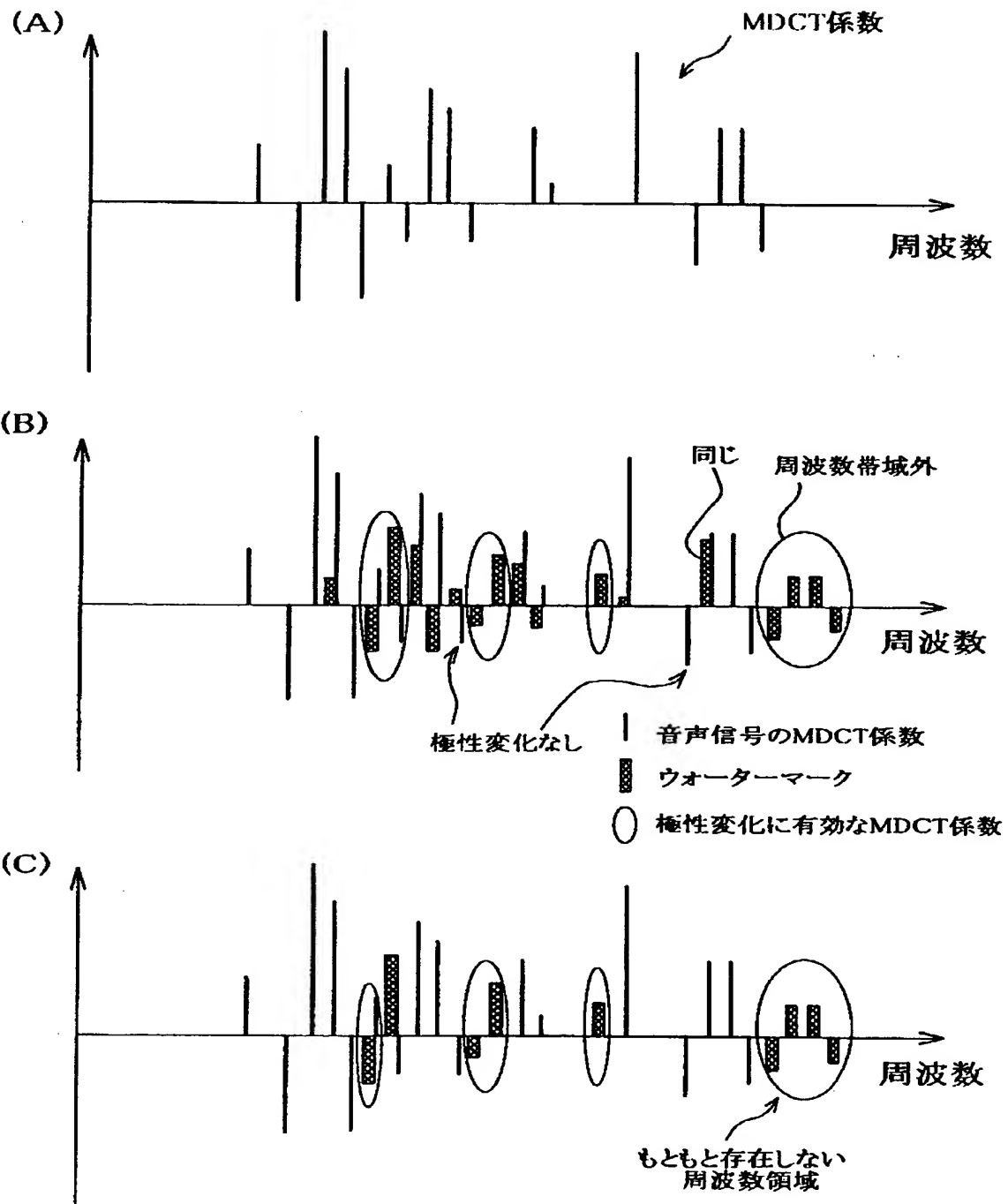
【図 14】



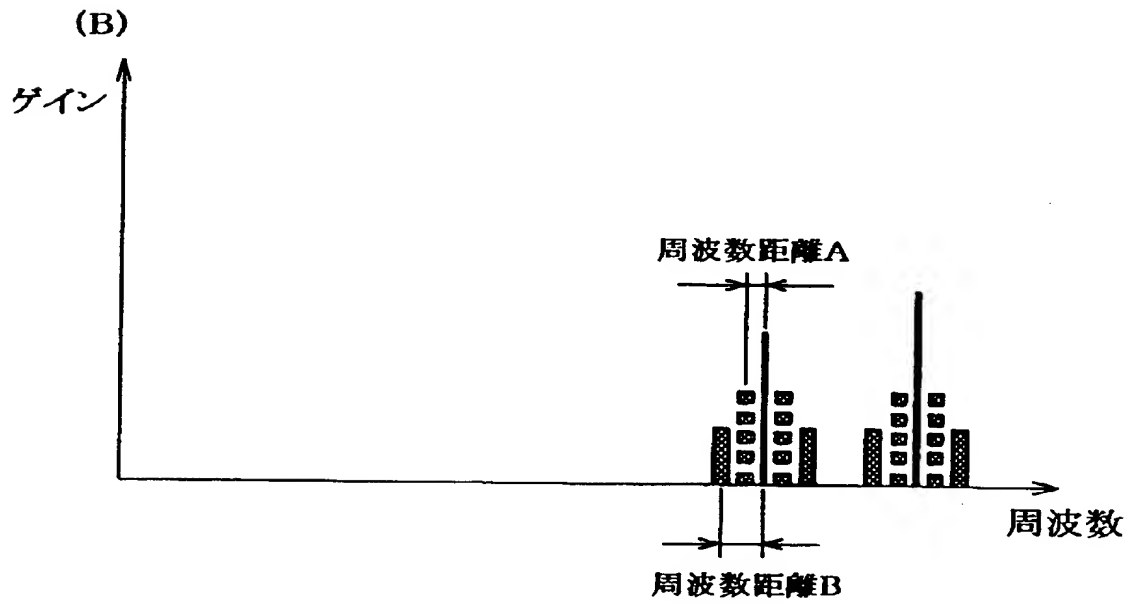
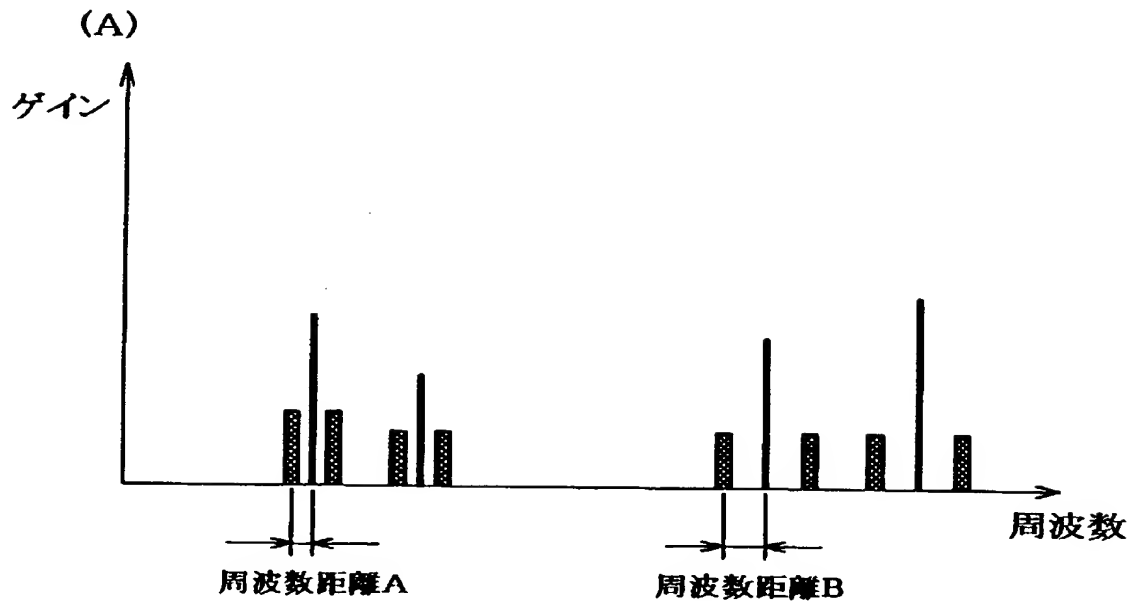
【図 15】



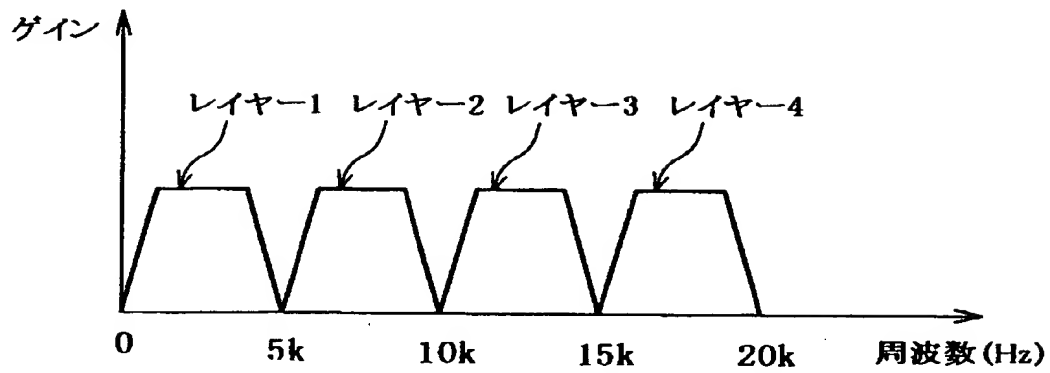
【図 16】



【図17】

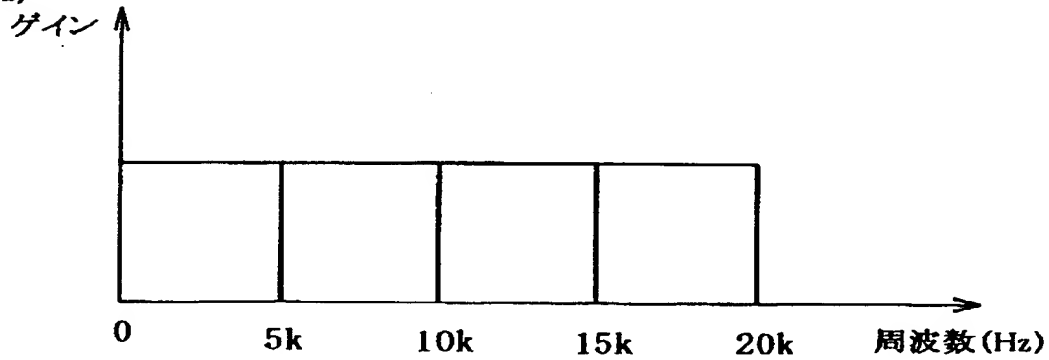


【図 18】

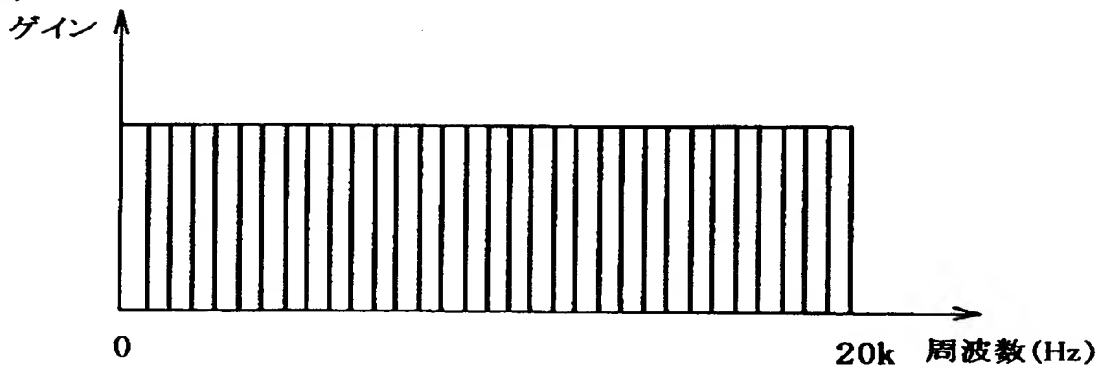


【図 19】

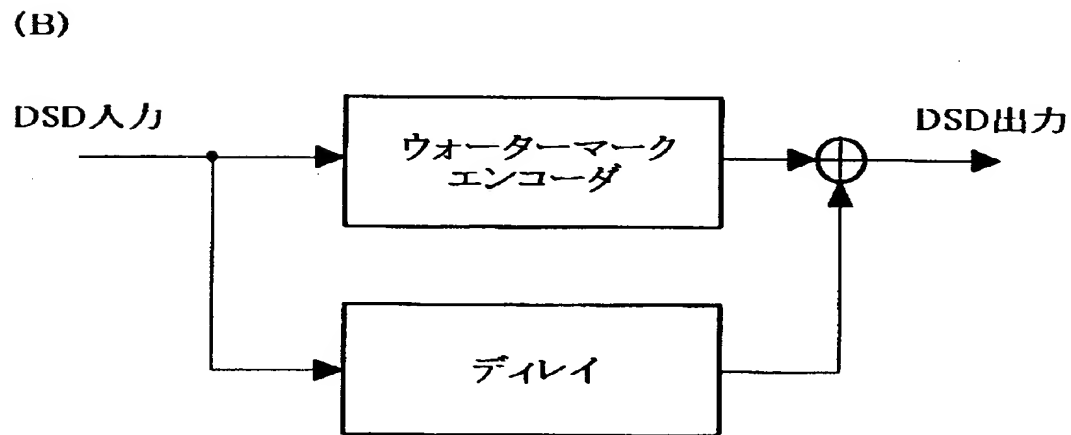
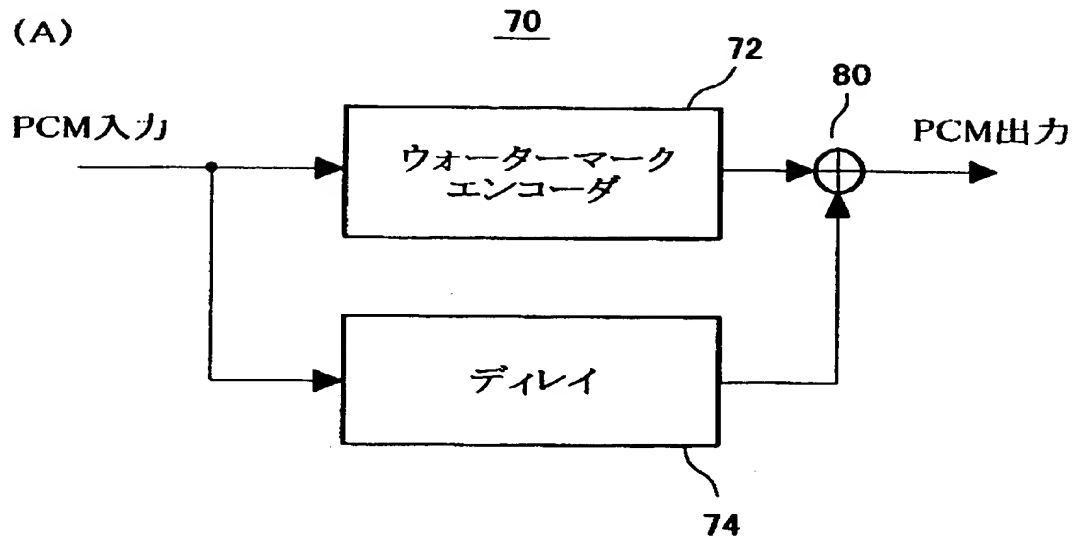
A)



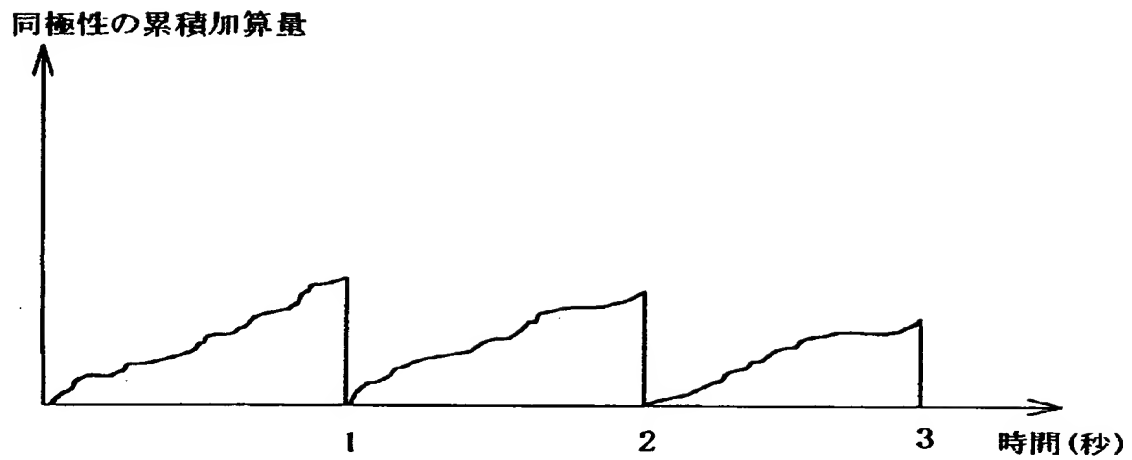
B)



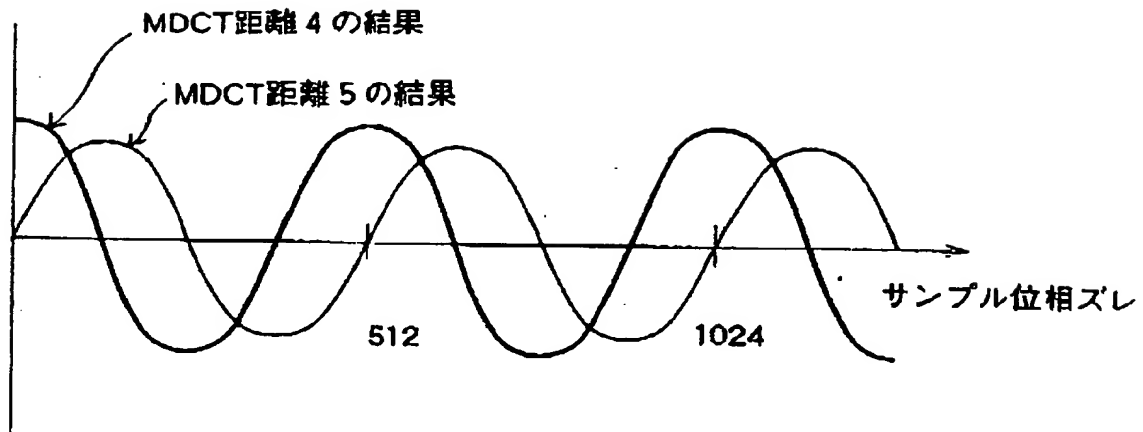
【図 20】



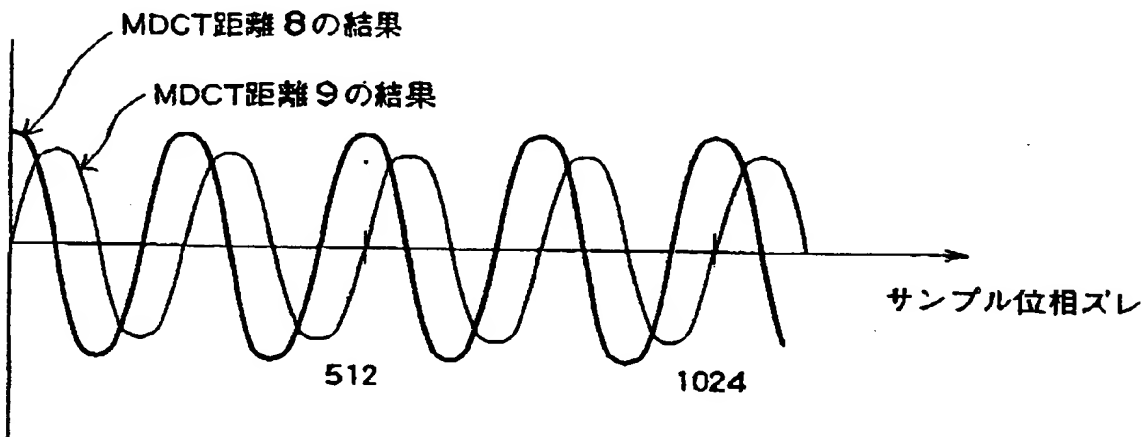
【図 21】



【図 2 2】

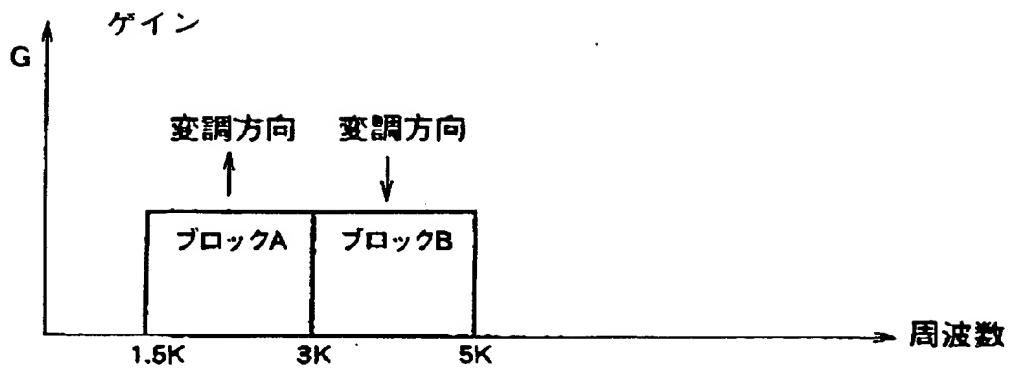


【図 2 3】

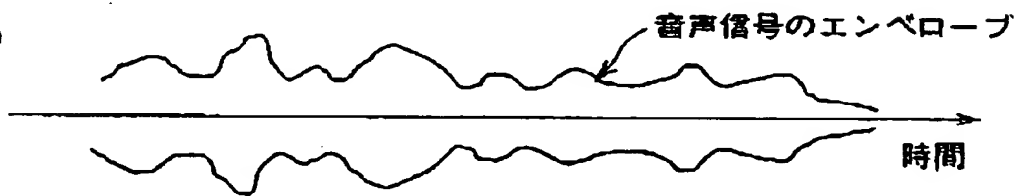


【図 24】

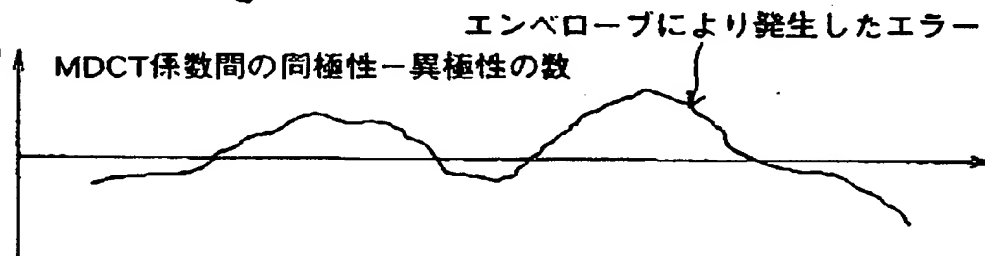
(A)



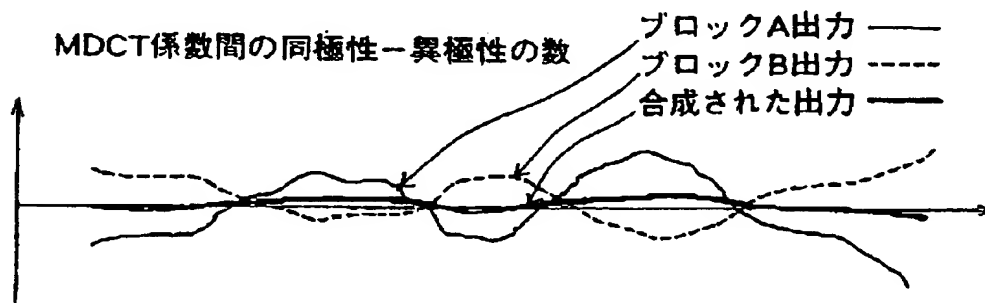
(B)



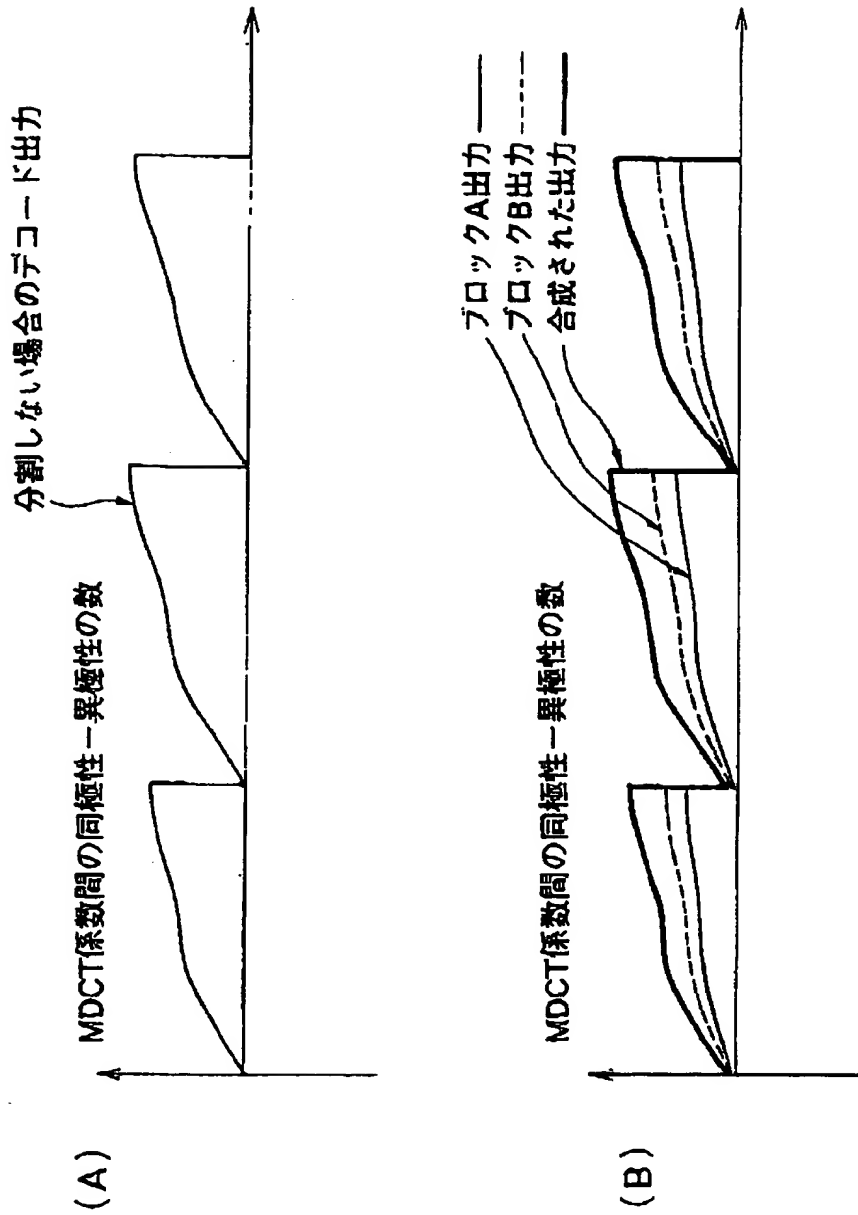
(C)



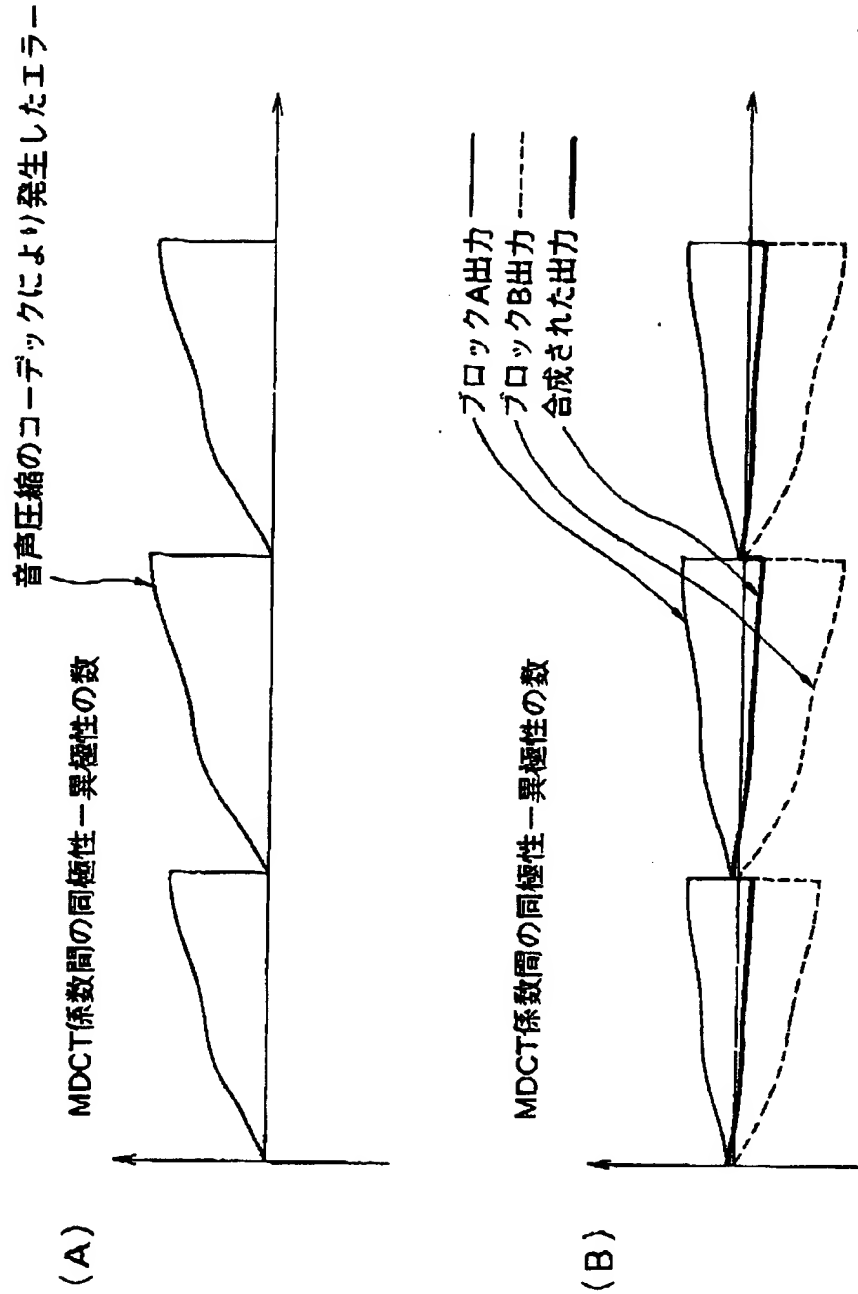
(D)



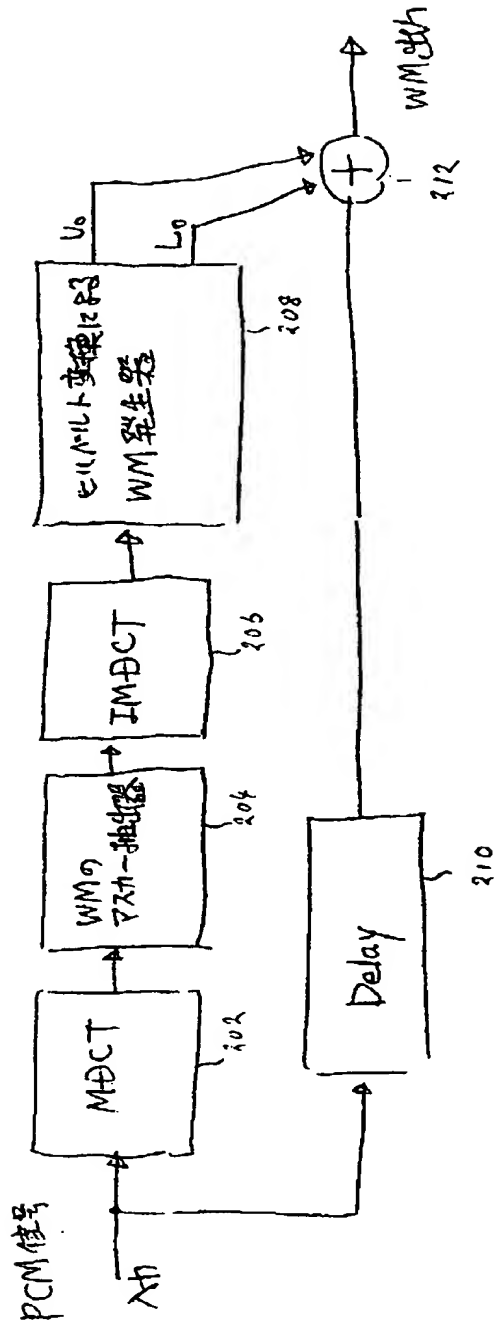
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



200

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オーディオ信号に付加情報を重畳するウォーターマーク (WM) の手段として、A T R A CまたはM P E G - A A Cなどの音声圧縮技術で用いられるM D C T係数を利用して、より効果的な聴感マスクング効果を実現する。音声圧縮における耐性と音質劣化を両立できる技術を提供する。

【解決手段】 M D C T演算手段 1 4 においてオーディオ信号にM D C T係数を算出し、M D C T演算手段 1 4 およびWMエンコーダ 1 6 においてM D C T係数を周波数シフトし、その結果を加算してWMを生成し、オーディオ信号に埋め込む。M D C T係数のシフトはA M変調またはF M変調に相当する。WMは周波数マスクング条件およびテンポラルマスクング条件を満足する。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成11年 7月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

 【出願番号】 平成11年特許願第 76944号

【補正をする者】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100094053

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手続補正 1】

 【補正対象書類名】 図面

 【補正対象項目名】 図 8

 【補正方法】 変更

 【補正の内容】 1

【手続補正 2】

 【補正対象書類名】 図面

 【補正対象項目名】 図 10

 【補正方法】 変更

 【補正の内容】 2

【手続補正 3】

 【補正対象書類名】 図面

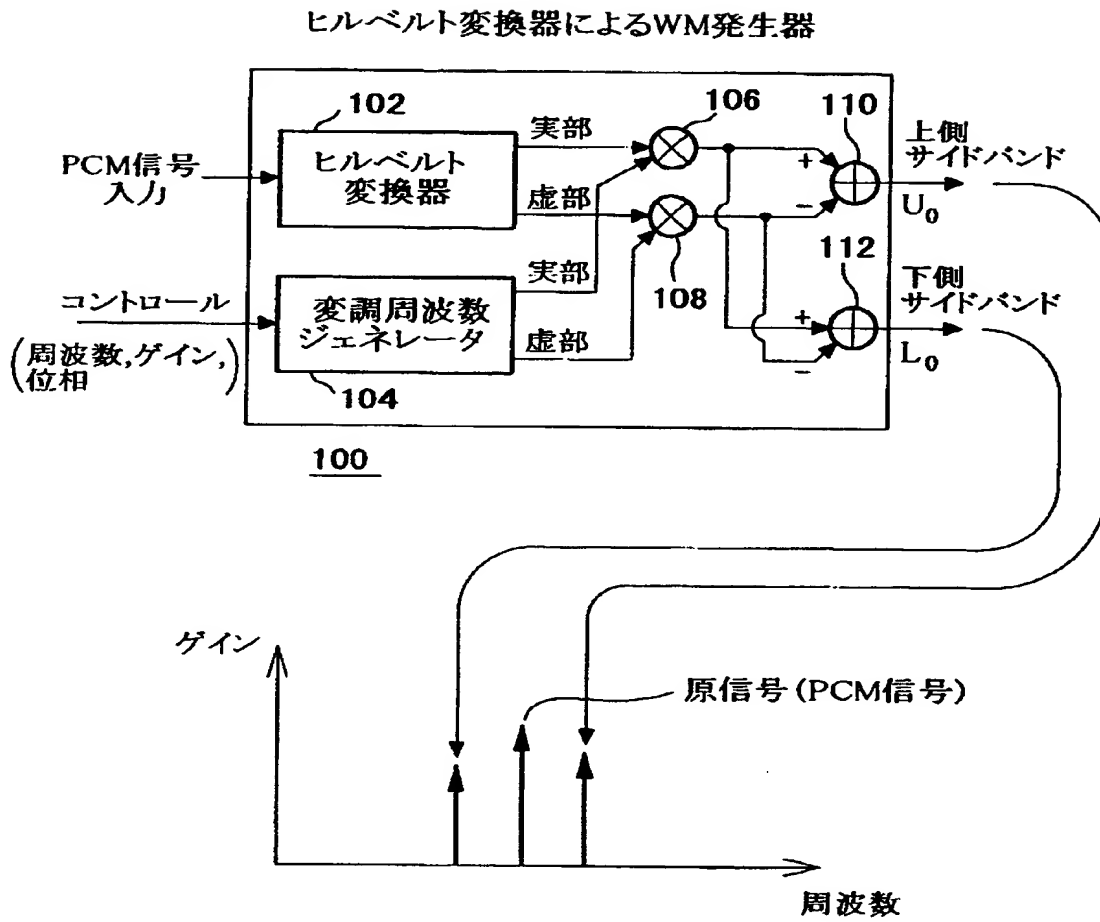
 【補正対象項目名】 図 27

 【補正方法】 変更

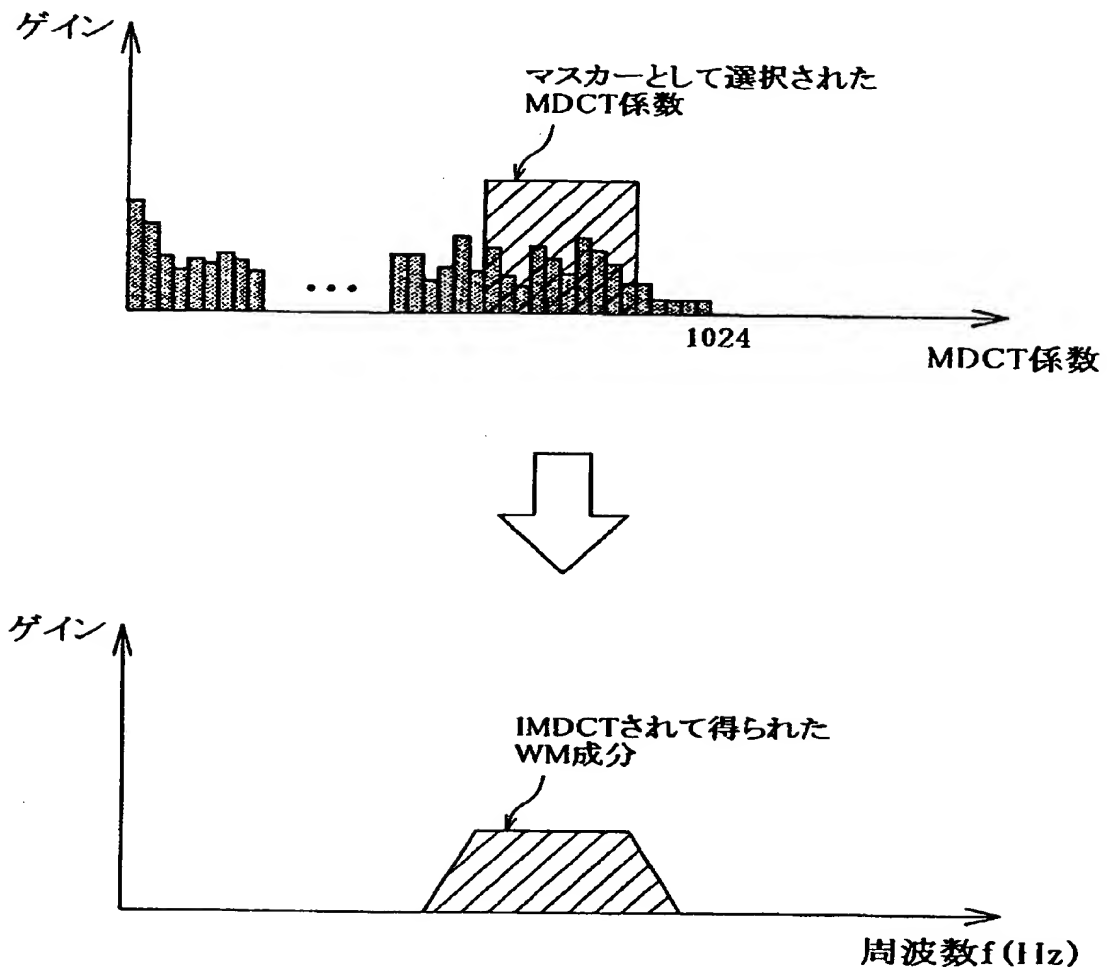
 【補正の内容】 3

【プルーフの要否】 要

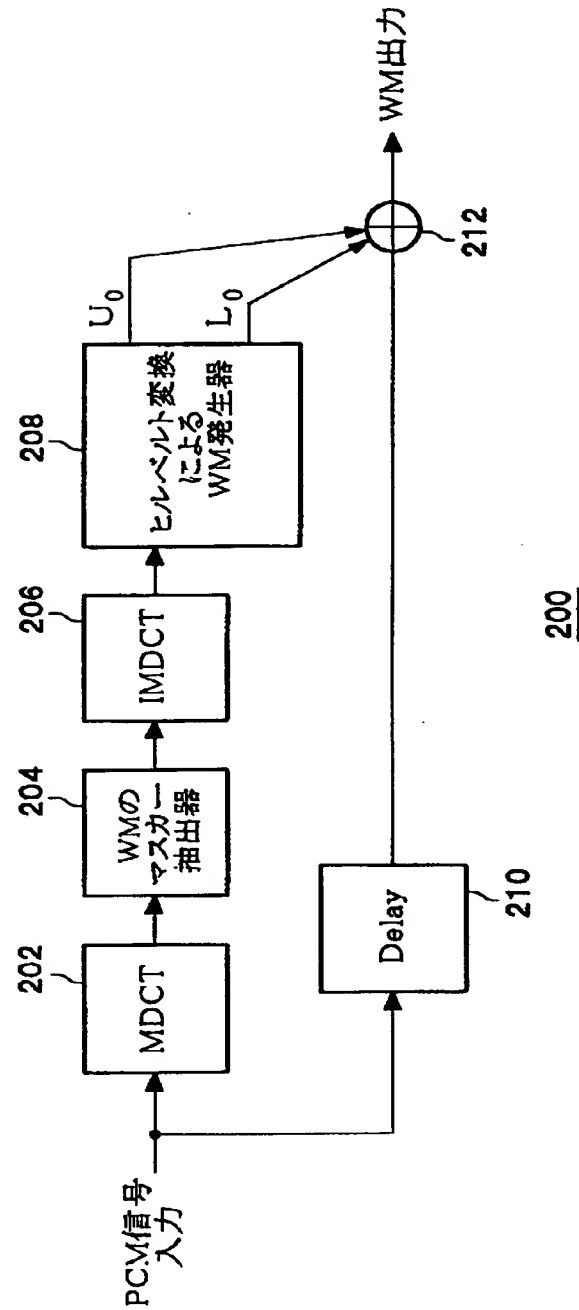
【図 8】



【図 10】



【図 2 7】



認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第076944号
受付番号	59900676521
書類名	手続補正書
担当官	木村 勝美 8848
作成日	平成11年 7月28日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000002185

【住所又は居所】

東京都品川区北品川6丁目7番35号

【氏名又は名称】

ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100094053

【住所又は居所】

東京都台東区柳橋2丁目4番2号 創進国際特許
事務所

【氏名又は名称】

佐藤 隆久

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社